

ARCHEOLOGIA VIRTUALE E SUPPORTI INFORMATICI NELLA RICOSTRUZIONE DI UNA DOMUS DI POMPEI

1. IL TRASFERIMENTO DEI DATI ARCHEOLOGICI NELLA RICOSTRUZIONE VIRTUALE

1.1 *Il progetto Pompei – Insula del Centenario*

Questo contributo intende presentare la ricostruzione virtuale della *domus* del Centenario a Pompei (IX 8, 3-5) e i supporti informatici attraverso cui viene resa fruibile. Tutto il lavoro si è svolto e continua a svolgersi in stretta e proficua collaborazione tra archeologi, informatici, elettronici, ma il contributo si articola in tre parti, per consentire ai singoli specialisti di presentare in modo specifico i problemi metodici e tecnici affrontati e le soluzioni adottate.

Il contesto è costituito dal progetto “Pompei, Insula del Centenario (IX 8)”, oggetto di una convenzione sottoscritta nel novembre 1999 tra la Soprintendenza Archeologica di Pompei e l’Università di Bologna (che ne delegava l’attuazione al Dipartimento di Archeologia), e avente per fine lo studio, il completamento dello scavo e la valorizzazione dell’isolato urbano, di cui la *domus* costituisce la parte preponderante per dimensioni (circa 1.200 mq) e qualità architettonica e decorativa (cfr. *infra* Appendice).

La *domus* del Centenario (SAMPAOLO 1999, con bibliografia precedente; SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2003), infatti, è una delle grandi dimore di Pompei (Fig. 1, Tav. Va), dotata di due atri, un maestoso peristilio di tipo “rodio” (a due piani sul lato aperto a sud, il più soleggiato) e completo (cioè con quattro bracci colonnati), un *viridarium* con fontana a mosaico, un impianto termale privato, una ricca varietà di vani di soggiorno e riposo, e numerosi ambienti di servizio. Nel periodo tra il terremoto del 62 e la fine di Pompei nel 79, l’ultimo proprietario, presumibilmente un *vinarius*¹ (Fig. 2), aveva declassato i vani circostanti l’atrio principale (Fig. 8, vano 2), compresa l’*ala* occidentale, a funzioni di deposito commerciale, pur conservando la pretenziosa decorazione pittorica dell’atrio con quadretti rappresentanti scene di tragedia e di commedia. I caratteri della *luxuria* residenziale, quindi, erano stati trasferiti all’interno della *domus*, soprattutto al grande peristilio e ai vani distribuiti attorno a tre lati di esso (Fig. 8, vani 9-10).

Così denominata perché scoperta nel 1879, diciottesimo centenario dell’eruzione del Vesuvio, la *domus* fu messa in luce in tempi rapidissimi, tra

¹ Quest’attività sembra confermata dalla rappresentazione dei vigneti sulle pendici del Vesuvio, accanto a Bacco travestito da grappolo d’uva, nella famosa pittura del *lararium* (o piuttosto *sacrarium*) ubicato nel cortile di servizio della *domus*, ma ben visibile anche dall’esterno (ora a Napoli, nel Museo Archeologico Nazionale: MANN, inv. 112286).

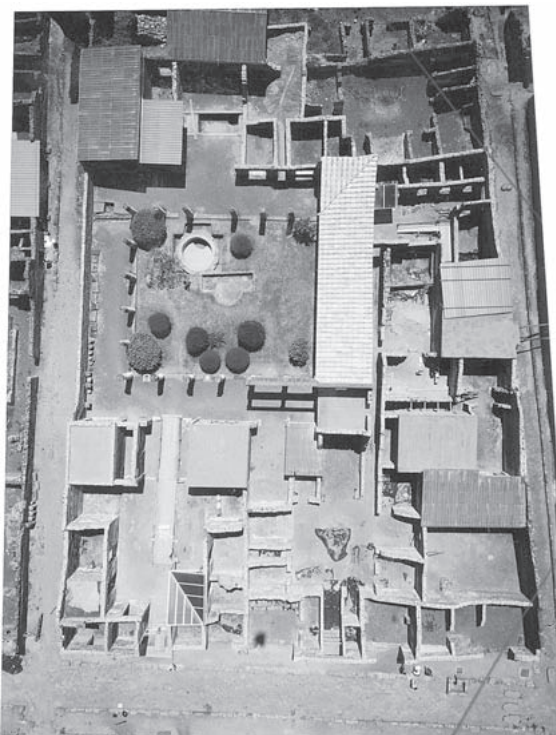


Fig. 1 – Pompei IX 8, Insula del Centenario (IX 8). Veduta dall'alto (M. Zanfini).

maggio 1879 e settembre 1880. A parziale compensazione della sommarietà dello scavo, le notizie sulla messa in luce della nuova dimora furono pubblicate tempestivamente² e, a partire dalla data della scoperta e nei due-tre decenni successivi furono eseguite numerose riproduzioni (CAPOFERRO CENCETTI 2002) – ad acquerello, tempera e disegno – di intere stanze o di elementi della decorazione (Fig. 3), e furono scattate fotografie che documentano uno stato di conservazione molto migliore di quello attuale (Fig. 4). Solo tre pitture – tra cui il quadro di Bacco e il Vesuvio (Fig. 2) – furono staccate, mentre alcuni ambienti o parti di ambienti ricevettero, in tempi diversi e con esiti diversi, vari tipi di coperture, a quanto pare in base a scelte tematiche delle pitture e senza nessuna corrispondenza con l'articolazione degli spazi edifi-

² «Notizie degli Scavi di Antichità» 1879, 119 ss., 147 ss., 188 ss., 241 s., 280 ss., 325, 347; 1880, 34, 65, 97 ss., 141, 148 ss., 184, 231, 234, 254; 1881, 64; «Memorie dell'Accademia dei Lincei» 1879, 219 s., 319 s.; 1880, 9, 46, 48 s., 221 s., 344 s., 296 s., 442, 444 s., 489 s.; 1881, 1, 140, 176; «Bullettino dell'Istituto di Corrispondenza Archeologica di Roma» 1881, 113-128, 169-175, 221-238; 1882, 23-32, 47-53, 87-91, 104-116, 137-148.



Fig. 2 – Bacco e il Vesuvio ricoperto di vigneti (Napoli, Museo Archeologico Nazionale, dal *sacrum* della *domus* del Centenario).

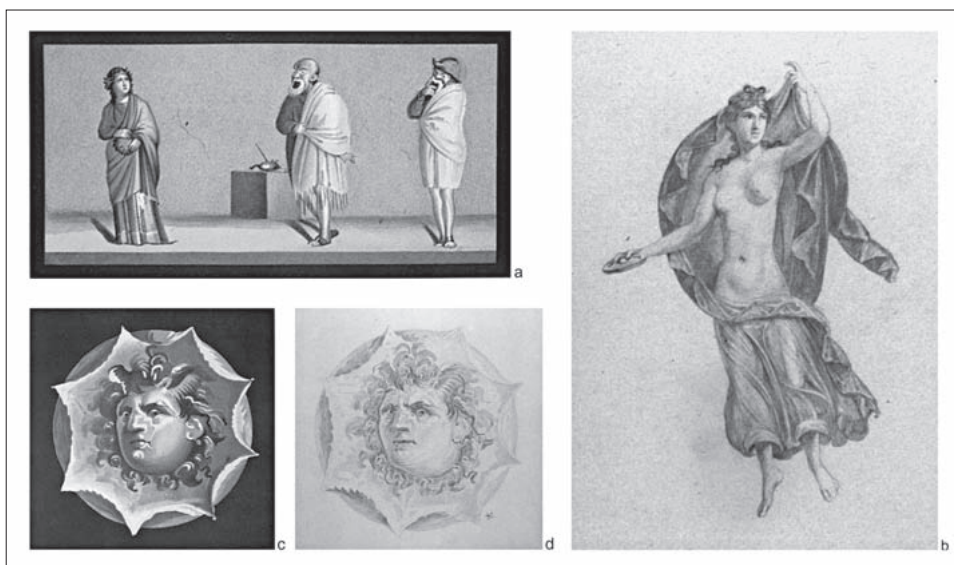


Fig. 3 – Acquerelli e disegni di particolari della decorazione parietale, 1880-90 ca: a. Quadretto teatrale, parete ovest dell'atrio (acquerello di G. Discanno); b. Figura femminile volante, parete nord dell'atrio; c., d. Protome (Boreas), parete ovest del peristilio (acquerello; disegno di A. Sikkard).

cati (anzi, la tettoia più vistosa copre oggi il *viridarium*, cioè uno spazio originariamente scoperto).

Quindi la *domus* presenta attualmente una situazione conservativa che è peculiare di Pompei: al momento del rinvenimento l'edificio si trovava in ottimo stato di conservazione, con le strutture murarie preservate fin quasi alle coperture e con la decorazione parietale, che era stata quasi interamente rifatta dopo il terremoto del 62, ancora vivacemente policroma, mentre l'attuale grave stato di degrado è il risultato dei circa 125 anni successivi alla scoperta.

1.2 L'archeologia virtuale come momento della ricerca

Il progetto “Insula del Centenario” è stato impostato fin dall'inizio con carattere ampiamente multidisciplinare, come dimostra la composizione molto articolata dell'équipe (cfr. *infra* Appendice), che ha in più casi deciso di sperimentare metodologie e tecniche innovative (e che ha attuato un costante impegno didattico, svolgendo lezioni nel cantiere e coinvolgendo laureandi e specializzandi in tutte le operazioni).

Proprio da questo carattere multidisciplinare è scaturita la prima istanza alla ricostruzione virtuale, intesa come momento di integrazione e di verifica dei rispettivi risultati: l'archeologia virtuale ha funzionato come una *koinè diálektos* per comunicare tra i membri dell'équipe, prima ancora che con i fruitori esterni.

Date le grandi dimensioni anche della sola Casa del Centenario – il resto dell'insula è attualmente quasi privo di decorazioni, di cui resta una documentazione limitatissima; inoltre il settore meridionale è ancora da scavare – la ricostruzione virtuale ha interessato per ora solo gli ambienti gravitanti sull'asse principale della *domus*, quello che ne definisce l'impianto architettonico, dalle *fauces* all'*atrium*, al *tablinum*, al *peristylum*.

Di questa sequenza sono stati realizzati due modelli tridimensionali navigabili (Figg. 4-5):

- il “modello 2002”, che riproduce la situazione attuale, è costruito con esattezza metrica come struttura “a fil di ferro” in base ai dati del rilievo planoaltimetrico, a cui sono state applicate come texture le immagini fotografiche delle pareti e dei pavimenti; il modello serve a mostrare comparativamente, in qualsiasi contesto di fruizione, la realtà attuale;

- il “modello 79”: la medesima struttura è servita per la realizzazione del modello della *domus* al momento dell'eruzione, con il completamento delle parti lacunose (soprattutto le sommità dei muri e le coperture), con l'applicazione sulle superfici-limite delle texture riproducenti le decorazioni pavimentali e parietali e con l'aggiunta di elementi d'arredo come porte e transenne.

Per le ragioni che si sono dette, la ricostruzione virtuale dell'edificio del 79 in gran parte coincide con la situazione del 1879, oggi irrimediabil-



Fig. 4 – La parete settentrionale dell’atrio in una foto d’archivio (a), nel modello virtuale della situazione attuale (b), nella ricostruzione virtuale (c) (elaborazione grafica: E. Vecchietti).

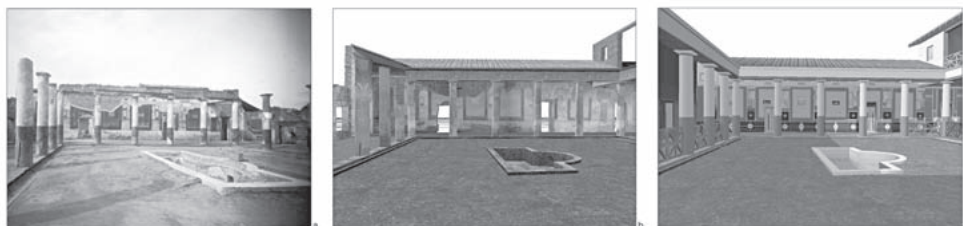


Fig. 5 – Il braccio occidentale del peristilio in una foto d’archivio (a), nel modello virtuale della situazione attuale (b), nella ricostruzione virtuale (c) (elaborazione grafica: E. Vecchietti).

mente deteriorata, ma ben documentata: perciò la raccolta completa e ordinata della documentazione d’archivio scritta (a partire dalle registrazioni dello scavo contenute nel “Giornale dei Soprastanti”), grafica e fotografica (spesso di difficile collocazione cronologica) è stato il punto di partenza e insieme il quadro di riferimento della ricostruzione. Ad esso si aggiunge il recupero di tutti i materiali provenienti dalla casa (per un’anticipazione sul repertorio degli oggetti mobili provenienti dalla casa cfr. SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2003, 285-291), che comprendono anche alcuni elementi di arredo, nonostante la probabile decimazione al momento dello scavo-sterro.

La ricostruzione delle superfici decorate – pavimenti e pareti – ha un ruolo determinante nell’aspetto della *domus* virtuale. Di entrambi i rivestimenti è stato eseguito un preliminare, completo rilievo grafico e fotografico.

Dal punto di vista dello standard metodologico del rilievo grafico, i rivestimenti pavimentali musivi della Casa del Centenario possono essere distinti tipologicamente in due gruppi: quelli che presentano motivi figurati, per lo più associati in forma di *emblemata* o soglie ad un campo geometrico, e quelli ad ornato esclusivamente geometrico (CORALINI 2001a, b). Per entrambi i gruppi è stato adottato come base il rilievo autoptico in scala 1:20, in formato cartaceo e digitale (raster e vettoriale), che restituisce sinteticamente la geometria dello schema decorativo, le lacune e l’eventuale ingombro della porzione figurata del tessellato. Le parti figurate sono state disegnate a contatto in scala 1:1 su grandi teli di plastica trasparente, tecnica che

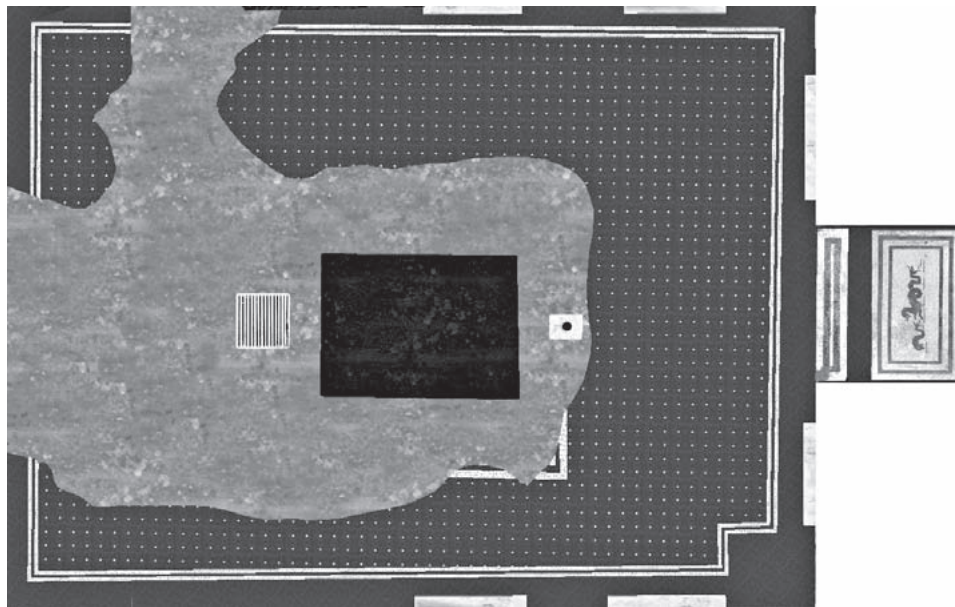


Fig 6 – Fotopiano del pavimento dell’atrio (elaborazione grafica: E. Vecchietti).

offre la possibilità di segnalare una grande quantità di informazioni sulle tessere: colore, andamento, tessere danneggiate, mancanti, alterate o sostituite durante un restauro. I rilievi in scala 1:1 sono stati digitalizzati mediante scanner e il file raster così ottenuto è stato utilizzato come base per il successivo tracciamento vettoriale da inserire nelle planimetrie digitali (Fig. 6) (CORALINI, VECCHIETTI 2002; SOLMI, VECCHIETTI 2001-2002, 196-204; VECCHIETTI, ZANFINI c.s.).

Più complessa è la ricostruzione delle pitture parietali, in alcuni ambienti, come l’atrio, quasi completamente perdute. Vi contribuiscono le descrizioni pubblicate all’epoca del rinvenimento; il repertorio dei disegni e delle foto d’archivio; i rilievi grafici e fotografici eseguiti in cantiere (disegni 1:20 delle pareti; disegni a contatto 1:1 eseguiti sugli intonaci dipinti per recuperare ogni traccia di decorazione e ricollocare in modo corretto i particolari riprodotti nei disegni d’epoca; foto con scala metrica e cromatica, successivamente raddrizzate, eseguite in condizioni diverse di illuminazione).

Per il recupero dei colori antichi è decisivo l’apporto delle moderne diagnostiche: analisi Raman eseguite su prelievi minimi di pellicola pittorica per individuare i pigmenti, analisi dei pigmenti e dei leganti (BARALDI *et al.* 2002), rilievi ed indagini multispettrali e spettrofotometriche (SANTOPUOLI, SECCIA 2002).

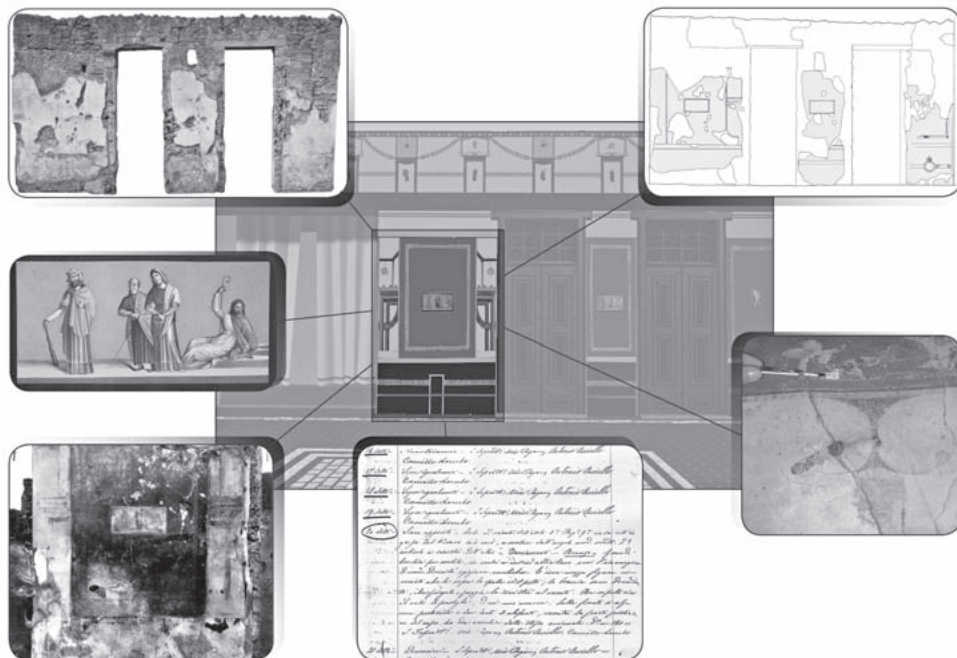


Fig. 7 – Schema degli elementi documentari per la ricostruzione di un tratto della parete ovest dell'atrio (elaborazione grafica: E. Vecchietti).

In definitiva, la procedura per la ricomposizione delle texture decorative delle pareti è ovviamente la medesima utilizzata per il disegno destinato alla pubblicazione scientifica, da cui si distacca però per il completamento mimetico delle lacune e per le integrazioni (sulla cui riconoscibilità si dirà nel § 1.5).

Ogni parete è corredata da un quadro sinottico della documentazione che ne ha consentito la ricostruzione (Fig. 7). La formulazione è sintetica e seleziona le fonti documentarie più significative con un'esegesi essenziale. Si ritiene che questo livello d'informazione sia sufficiente a garantire la trasparenza della ricostruzione virtuale, senza appesantirla con dati analitici, per così dire "professionali", che è improbabile vengano richiesti dall'utente di una ricostruzione virtuale.

La ricostruzione virtuale così ottenuta si fonda dunque su diverse competenze presenti all'interno del gruppo di lavoro, e restituisce a sua volta una percezione dell'edificio nella sua compiutezza architettonica e decorativa, utile anche ai fini dello studio e della comprensione dello spazio costruito.

Si recuperano così almeno due aspetti, sfuggenti e poco considerati, del contesto della *domus*: il primo è la vivacità della gamma cromatica delle su-



Fig. 8 – Pompei, Casa del Centenario (IX 8, 3.6.a). Planimetria con indicazione degli spazi coperti e scoperti (a) e delle coperture antiche ed attuali (b) (elaborazione grafica: E. Vecchiotti).

perfici dipinte, che, benché confermata dai colori squillanti delle riproduzioni sette-ottocentesche, rimane una delle componenti della decorazione architettonica (e della statuaria) antica più difficili da accettare: superato il pregiudizio del candore neoclassico, resta ancora difficile percepire che l'aspetto scabro delle superfici e i colori consunti sono forme di degrado, e non caratteri materici e cromatici propri dell'architettura antica.

Il secondo aspetto che la ricostruzione virtuale restituisce efficacemente è l'alternanza di luci ed ombre dovuta agli spazi coperti, scoperti e semiaperti (portici, peribolo dell'*atrium*) che si alternano nella *domus* romana e ne condizionano spiccatamente la fruizione e la percezione (SANTORO, SCAGLIARINI CORLÀITA c.s.) (Fig. 8). La stessa sequenza assiale che domina la casa è ritmata dall'attraversamento di zone oscure e zone luminose. Nella condizione attuale dei resti, la situazione originaria è pressoché ovunque alterata, né sarebbe opportuno ripristinarla, dato che si introdurrebbe un'enorme superficie di coperture moderne a protezione di vani che hanno perduto da tempo la loro decorazione. Meglio dunque affidare alla ricostruzione virtuale la percezione della dialettica coperto-scoperto propria dello spazio domestico antico.

Fino ad ora, si è deciso di ricostruire solo la fase finale della *domus*, ma è giusto ricordare che l'utilità dell'archeologia virtuale si esprime anche nel restituire diacronicamente le vicende dell'edificio. Pur avendo effettuato finora un numero limitato di saggi di scavo, è evidente che la lunga storia della *domus* (qui evocata dalla vasca circolare rinvenuta nel peristilio, a livello leggermente inferiore rispetto alla vasca mistilinea più recente: Fig. 1) potrà essere rappresentata virtualmente e che a ciascuna pianta di fase potrà corrispondere una ricostruzione virtuale di fase, adottando forme di rappresentazione idonee al livello di conoscenza, molto meno dettagliata, che si potrà raggiungere per le fasi più antiche.

1.3 L'archeologia virtuale nella didattica e nella formazione universitaria

La ricaduta didattica del programma virtuale ha avuto effetto non tanto a livello di comunicazione, obiettivo per il quale gli studenti sono in buona parte assimilabili ai generici fruitori colti (cfr. § 1.5), quanto a livello di formazione: grazie alla collaborazione col CINECA e col progetto MUSE (cfr. § 2 e 3) è stato possibile impegnare alcuni laureandi e specializzandi in tutte le fasi della realizzazione dei modelli virtuali (raccolta e selezione dei dati archeologici, compilazione del database, modellazione e grafica delle texture, redazione dei testi didascalici). Un'esperienza formativa, più che un addestramento tecnico, che aspira a sviluppare nei giovani archeologi la capacità di dialogare consapevolmente con gli informatici.

1.4 La ricostruzione virtuale per il restauro

Ogni ricostruzione virtuale è un intervento di restauro integrale, totalmente innocuo per i resti archeologici e quindi sede elettiva di "materializzazione", verifica, selezione delle ipotesi.

In effetti, poiché il progetto Pompei – Insula del Centenario prevedeva la redazione di linee guida per il progetto di restauro da presentare alla Soprintendenza (SCAGLIARINI CORLÀITA, SANTORO *et al.* 2003), il modello virtuale ha avuto, e continuerà ad avere, un ruolo significativo in questa elaborazione. Gli strutturisti dell'équipe (CUSTODI *et al.* 2002) hanno utilizzato il modello, associato al rilievo delle murature e all'analisi delle tecniche murarie (SANTORO, SASSI 2002) eseguiti dagli archeologi, per tracciare una "mappa di criticità delle strutture", applicata sperimentalmente al settore dell'atrio, ma da estendere all'intero complesso.

Anche la scelta delle coperture da proporre alla Soprintendenza passa attraverso la simulazione del modello virtuale, che consente di valutare sia i problemi statici sia gli effetti estetici.

Nel progetto di restauro delle pitture e dei pavimenti, infine, la ricostruzione integrale delle superfici decorate diviene un riferimento per il re-

stauratore, che opera così con piena cognizione dell'oggetto del suo intervento e che può quindi adottare soluzioni (nel trattamento delle lacune, ad es.) che favoriscano la comprensione del sistema decorativo nella sua unità ³.

1.5 *L'archeologia virtuale nella divulgazione e nella valorizzazione*

È evidente che la ricostruzione virtuale riesce a mettere a disposizione dei non specialisti i risultati della ricerca archeologica in modo agevole e suggestivo, ma non senza il rischio che tanta sintetica immediatezza degeneri in una condizione acritica, che non trasmetta al fruitore nessun indizio dei dubbi, delle congetture, dei limiti della ricostruzione.

Si è perciò deciso di procedere ad una classificazione dei vari elementi della ricostruzione in base al grado di affidabilità documentaria, articolata in tre livelli, a cui corrisponde un codice di convenzioni chiaro e intuitivo: dal colore per gli elementi certi o altamente probabili, alla scala monocroma dei grigi per gli elementi integrati analogicamente (Figg. 4, 5, 7, colonna di destra, anche se le riproduzioni in bianco e nero rendono poco perspicua la diversificazione):

LIVELLO 1: Modello a colori dei resti conservati *in situ*.

LIVELLO 2: Modello con inserimento a colori degli elementi sicuri o altamente probabili:

- elementi conservati *alibi*: in museo o in altri siti;
- elementi di carattere ripetitivo o speculare, ricavabili da strutture o decorazioni conservate;
- elementi ricavabili da riproduzioni fotografiche precedenti la situazione attuale;
- elementi ricavabili da riproduzioni grafiche precedenti, quali disegni, acquerelli, incisioni, stampe ecc., previo accertamento di eventuali errori, fraintendimenti, integrazioni arbitrarie, omissioni, in base a comparazione, se esistono più versioni, o valutazione della congruenza antiquaria e iconografica;
- elementi ricavabili da esami chimico-fisici e da rilievi ottici (analisi Raman, diffrazione, spettrometria, riprese a luce radente ecc.);
- elementi statici e strutturali ricavabili dalle costruzioni superstiti.

³ In generale, l'integrazione virtuale di superfici decorate moderatamente lacunose, eseguita secondo criteri di riconoscibilità, è utile per la comprensione stilistica e iconografica. Nell'ambito del progetto internazionale: "Dal rilievo alla modellazione: metodologie a confronto per l'applicazione della Virtual Reality all'archeologia", in collaborazione tra il Dipartimento di Archeologia di Bologna (responsabile D. Scagliarini) e il Cultural Virtual Reality Laboratory dell'UCLA, U.S.A. (responsabile Bernard Frischer), si è realizzato il modello virtuale dello studiolo di Augusto sul Palatino, su cui è stato effettuato il completamento delle lacune ricostruibili, con tonalità cromatiche più basse, "completando" quindi parti che l'accurato restauro non aveva potuto ricoprire (MUSATTI 2000; per la decorazione dello studiolo, CARETTONI 1987, IACOPI, TEDONE 1990, con bibliografia precedente). Il risultato favorisce la comprensione di questo straordinario piccolo ambiente, restituendone l'unità e la "densità" decorativa (STINSON c.s.).

LIVELLO 3: Modello completato in scale di grigio con integrazioni analogiche in base a:

– elementi ricavabili da strutture, decorazioni, arredi in opera (porte, finestre, transenne) e arredi mobili (con molta cautela) appartenenti ad edifici simili per epoca e caratteri architettonici e decorativi.

1.6 I supporti informatici: PC, Virtual Theatre, Whyre®

Le possibilità d'uso e i caratteri tecnici dei due supporti più innovativi – Virtual Theatre e Whyre® – sono presentati adeguatamente nei § 2 e 3: perciò ci si limita qui a qualche osservazione sulle esigenze di comunicazione dell'archeologo.

Non si può non considerare il PC, che rimane il mezzo più accessibile e diffuso: su di esso devono essere utilizzati entrambi i modelli virtuali, quello del 79 e quello della situazione contemporanea, per le necessarie verifiche da parte dell'utente. Il supporto consente di accedere a veri database, sia in merito alla documentazione che ha portato alla ricostruzione, sia su temi di ampliamento e di approfondimento, utili per contestualizzare l'edificio (ad es., link sull'organizzazione e la gestione sociale della *domus* romana, sulla pittura pompeiana ecc.).

Per contro, l'installazione di un computer sul sito archeologico è del tutto sconsigliabile, e quindi l'estraneità ambientale fa del PC uno strumento di studio, piuttosto che di valorizzazione diretta del monumento.

Anche il Virtual Theatre, ovviamente, agisce in condizione di lontananza dal sito archeologico, però ne riproduce, illusivamente e suggestivamente, il rapporto dimensionale con l'osservatore e la penetrabilità dello spazio architettonico. Inoltre, usando alternativamente o contemporaneamente i due modelli, quello attuale e quello del 79, la realtà attuale può divenire "presente". La navigazione può essere accompagnata da commenti sonori e/o scritti di entità limitata.

Un'applicazione affine per il rapporto con il fruitore è il possibile uso del modello nel Virtual Set per riprese televisive, allargando così le possibilità d'impiego didattico e divulgativo, come è accaduto nel caso della nostra ricostruzione, richiesta e utilizzata da RAI Educational (*High Tech a Pompei*, regia: L. Cella, G. Nicastro; autore: G. Boetto Cohen, 2002; www.mosaico.rai.it/audiovisivi: "Archeologia virtuale a Pompei").

Infine il terminale portatile Whyre®, che ha la possibilità di orientarsi e riconoscere gli spazi, sembra destinato ad essere l'erede avanzato di tutti i sistemi di audioguide, che hanno incontrato molto successo.

Ovviamente, il terminale portatile richiede l'uso del solo modello del 79, dal momento che agisce all'interno del complesso archeologico. Consente un inserimento molto limitato di testi scritti, che possono essere integrati con informazioni audio. A fronte di qualche risolvibile problema ergonomico,

presenta almeno due promettenti motivi di attenzione: coniuga strettamente la ricostruzione virtuale con la presenza nell'area archeologica, con l'insostituibile *hic et nunc* dell'immersione nell'ambito monumentale; e consente di ampliarlo alla scala urbana e paesaggistica circostante (nel caso di Pompei, attraverso il percorso di avvicinamento alla *domus*), rievocando insieme il contesto urbanistico, storico, geografico.

DANIELA SCAGLIARINI CORLÀITA
ANTONELLA CORALINI
Dipartimento di Archeologia
Università di Bologna*

* Pur nell'unitarietà del lavoro, le parti 1.1-1.3 sono da attribuire a D. Scagliarini, le parti 1.4-1.6 ad A. Coralini.

2. VIRTUAL REALITY: UN NUOVO MEDIUM PER COMUNICARE LA COMPLESSITÀ IN ARCHEOLOGIA

2.1 *Virtual Archaeology e conoscenza*

Le tecniche di Virtual Reality possono estendere le nostre capacità percettive rendendo possibili interazioni tra modelli numerici e dati empirici. In quest'ottica le applicazioni di realtà virtuale sono strettamente collegate a quelle di visualizzazione scientifica perché creano modalità originali di navigazione ed interrogazione di mondi visibili, invisibili, ipotetici ed immaginari (VINCE 1995).

Il concetto stesso di virtualità implica la disponibilità di visualizzazioni tridimensionali e di sistemi interattivi finalizzati alla creazione di ambienti immersivi generati in tempo reale dal calcolatore (LANIER 1988) come nel teatro virtuale del CINECA⁴. Oggi è possibile fare esperienza di sistemi virtuali anche per generare, navigare ed esplorare ambienti ricostruiti d'interesse storico-culturale; in particolare nel campo dell'archeologia l'esperienza è oramai decennale.

⁴ Il Teatro Virtuale del CINECA è costituito da un grande schermo cilindrico, videoproiettori BARCOGRAPHICS 1209s, 14 poltroncine per gli spettatori e un tavolo della regia. Sul tavolo di regia sono disposti: tre monitor che replicano l'immagine proiettata sullo schermo dai tre proiettori; una consolle del supercalcolatore grafico Silicon Graphics Onyx2, corredata di tastiera e mouse per controllare le applicazioni lanciate sullo schermo; un touch panel per la gestione dei proiettori, delle luci e del sistema audio. Il supercalcolatore Onyx 2, disponibile presso il CINECA, è configurato con 8 processori MIPS R10000, 4 GigaBytes di memoria centrale, 260 Gbytes di spazio disco (di cui 180 Gbytes collegati tramite fibra ottica e i restanti 80 Gbytes tramite interfaccia UltraSCSI), tre pipeline grafiche di cui una con 4 raster manager, 64 MB di memoria texture e 8 uscite video e due con 2 raster manager, 64 MB di memoria texture e 2 uscite video, una scheda DIVO per l'acquisizione di segnali video, una scheda ATM a 4 porte per il networking, una scheda Ethernet a 4 porte per il networking. La capacità grafica teorica per pipe della configurazione è di 640 milioni di pixel al secondo (texture, anti-aliasing) e 11 milioni di triangoli al secondo.

L'area denominata "Virtual Cultural Heritage" fa riferimento all'uso di sistemi virtuali per generare, navigare ed esplorare ambienti ricostruiti d'interesse culturale. Nel campo specifico dell'archeologia è oggi possibile fare riferimento ad un settore specifico, quello della Virtual Archaeology. Paul Reilly, nel 1991, aveva già individuato le linee guida di questo ambito di ricerca: la sua visione iniziale si articolava sulla registrazione di scavi e sulle possibilità offerte dalla ripetizione virtuale degli scavi stessi grazie all'impiego di tecnologie come gli ipertesti, la multimedialità e la modellazione tridimensionale di solidi (REILLY 1991). Successivamente, il campo è stato ampliato per coprire l'applicazione di metodi di visualizzazione e presentazione di "ricostruzioni" d'ambienti del passato, comprendenti edifici, paesaggi ed artefatti.

È stato quindi un processo naturale quello che ha portato il laboratorio di Visual Information Technology del CINECA (Vis.I.T.: <http://www.cineca.it/HPSystems/Vis.I.T/VirtualTheatre/index.html>) a far confluire i risultati delle prime esperienze di visualizzazione scientifica della fine degli anni Ottanta nella realizzazione delle recenti applicazioni di realtà virtuale immersiva in ambito archeologico. Il Virtual Cultural Heritage si riferisce all'uso di sistemi di Virtual Reality per generare, navigare, esplorare ed interrogare ambienti storici ricostruiti; un'ulteriore specializzazione delle applicazioni insiste sull'area della Virtual Archaeology che si riferisce all'ambito squisitamente archeologico.

Nuove esperienze tecnologiche devono essere, particolarmente in questo campo, unite anche ad un approccio di tipo comunicativo. Se si parte da due riflessioni apparentemente inconciliabili, la prima legata ad un'affermazione di Kaplinski «...Viviamo in un mondo che va verso la semplificazione delle modalità di comprensione di noi stessi e del mondo...» e la seconda alla critica feroce di SARTORI (1997), che vede nell'utente televisivo l'incapacità di pensare astraente, è evidente che è possibile superare la dicotomia solo con un uso "intelligente" delle tecnologie di Virtual Reality. Si deve porre attenzione perciò alla progettazione di un "prodotto" complesso costruito da esperti con competenze diverse; occorre infatti: saper costruire uno scenario digitale virtuale, ottenere una validazione e una certificazione delle fonti/informazioni digitali ad esso collegato, progettare infine un'efficace interfaccia di interazione con i gli utenti.

2.2 Costruzione di uno scenario digitale virtuale

La teoria di SHANNON (1948) sul campionamento del contenuto informativo chiarisce l'importanza della frequenza di campionamento per mantenere inalterato il contenuto informativo di un segnale nel passaggio dalla realtà analogica a quella digitale. Il teorema, nato per il campionamento della voce umana, segnale mono-dimensionale, può essere applicato a n-dimensioni: due di-

mensioni per le immagini, tre per ricostruire scenari spaziali, quattro dimensioni per seguire fenomeni che cambiano nello spazio e nel tempo.

Si può cogliere un messaggio nel teorema di Shannon: maggiore è la complessità del segnale, maggiore è l'attenzione che occorre porre alla dimensione che muta in maniera più complessa. Questo per essere sicuri di non perdere un potenziale contenuto informativo; anche se ciò non coincide necessariamente con la significatività del contenuto. L'aumento delle dimensioni è una caratteristica nella descrizione matematica di problemi complessi ed è importante riflettere su uno strumento che ci indichi come non perdere informazioni nel passaggio a mondi digitali multi-dimensional. Un campionamento efficace del fenomeno/ambiente che si vuole studiare e comunicare può aiutare ad ottenere modelli che ne facilitino poi l'interpretazione e l'analisi da parte del pubblico, anche con effetti di feedback per l'autore (SARTORI 1997).

Un sistema di calcolo grafico traduce in tempo reale i dati campionati in immagini. La proiezione su schermi appositi crea l'illusione di un'immersione nel mondo simulato. Tutto ciò consente la navigazione all'interno d'ambienti sintetici (Virtual Environments – VE). Un'agevole interazione e navigazione si ottengono con una modellazione ottimizzata per il real time disegnando al calcolatore la geometria dello scenario da ricostruire. In generale i singoli oggetti sono costituiti da insiemi di poligoni; occorre poi definire colori, materiali ed infine disegnare digitalmente le texture, le immagini cioè che rivestono le geometrie dei modelli al fine di ottenere un effetto fotorealistico. I modelli vanno poi prodotti secondo diversi livelli di dettaglio al fine di ottimizzare la visualizzazione in tempo reale⁵.

E la differenza da tutti gli altri media è qui. L'archeologo che utilizza la Virtual Reality può decidere un percorso guidato o lasciare libero l'utente di navigare, muoversi, immergersi nella notizia fino al punto di approfondimento desiderato. Dovrà decidere quindi il livello di interazione con lo scenario, le modalità possibili di navigazione, tour automatici, punti di vista particolari nonché la gestione di diversi dispositivi d'input. Oggi il "leading edge" della tecnologia sono i dispositivi palmari PDA (Personal Digital Assistant) che interagiscono con gli ambienti virtuali ricostruiti e visualizzano le informazioni correlate su un dispositivo "personale" portatile.

La nostra esperienza di lavoro ha messo in luce l'importanza che va riposta nell'organizzazione e gestione del patrimonio dei mondi digitali creati e di tutti i dati ad essi connessi. Occorre rendere visibili i riferimenti relativi agli autori dei modelli, al patrimonio delle fonti utilizzate per le ricostruzioni ed illustrare le procedure di validazione dei modelli stessi. È necessario definire le convenzioni grafiche utilizzate per indicare ciò che non può essere

⁵ Per quanto riguarda l'ambiente di sviluppo software, viene utilizzato il software di modellazione Multigen (Paradigm) insieme alle librerie grafiche OpenGL e Performer.

modellato per mancanza di informazioni. Il tutto deve esaltare lo spessore dei contenuti al di là dell'aspetto spettacolare dello scenario ricostruito.

2.3 Organizzazione del lavoro multidisciplinare

La creazione di scenari virtuali implica una nuova organizzazione del lavoro. Nell'ambito del Virtual Cultural Heritage, ad esempio, la creazione di applicazioni real-time basate su modelli digitali 3D si sviluppa in un ambiente multidisciplinare, formato da informatici, architetti, archeologi, storici, sceneggiatori orientati ad applicazioni di Virtual Reality.

Le attività di sviluppo di un prodotto di realtà virtuale si basano su un'organizzazione del lavoro che quindi utilizza diversi profili professionali, prevedendo feedback continui fra professionalità tecnico informatiche ed umanistiche. Naturalmente, poi, per un'efficace fruizione del prodotto, è assolutamente indispensabile l'intervento di esperti di comunicazione per coordinare i vari aspetti del progetto.

2.4 Nuove prospettive: modelli per Virtual Set, modelli interrogabili

I prossimi obiettivi per applicazioni VR-based riguarderanno una sempre maggiore e studiata integrazione con la tecnologia del "Virtual Set" e con i sistemi palmtop. In particolare, il Virtual Set permette di muovere l'ambiente virtuale in completa sincronia con quanto ripreso da una telecamera, integrando presentatori e attori in un mondo che esiste digitalmente solo nella memoria del computer e creando uno spazio di comunicazione ricco di nuove potenzialità.

Dalla collaborazione con la RAI è nata una trasmissione "Archeologia virtuale a Pompei", efficace esempio di tali potenzialità, ora disponibile per fruizioni didattiche richiedendo la trasmissione via Internet alla mediateca RAI Mosaico (<http://www.mosaico.rai.it>; <http://www.cineca.it/streaming/raieducational>).

L'utilizzo di palmtop può invece efficacemente aumentare le possibilità di interazione in ambienti virtuali, delegando al sistema remoto la gestione delle principali tecniche di navigazione, manipolazione e controllo del sistema. Questo permette da un lato di preservare il senso di presenza dell'utente nell'ambiente virtuale, dall'altro di fornirgli uno strumento per la visualizzazione e l'inserimento di dati bidimensionali durante l'esperienza virtuale.

Per migliorare la fruizione di questi ambienti virtuali occorre aumentare l'accessibilità e la comprensione dei contenuti, offrendo nuovi paradigmi di accesso e fruizione al pubblico. Le applicazioni di realtà virtuale e l'interazione tramite computer palmari consentiranno di arricchire l'esperienza della navigazione all'interno dello scenario ricostruito. Nuove forme di comunicazione come Internet, streaming video, mondi virtuali all'interno di Virtual

Set tenderanno ad integrarsi sempre di più. Occorrerà capire quindi quali siano le specificità di ciascun mezzo e quali le sinergie possibili tra i vari nuovi media.

Il Vis.I.T. Lab del CINECA è anche l'ambiente di sviluppo del software VISMAN (Virtual Scenarios Management)⁶ concepito per realizzare applicazioni virtuali flessibili e multi piattaforma. I modelli virtuali diventano così il nucleo di base per l'interazione con un ambiente complesso da navigare, modificare e interrogare. Ai modelli, infatti, possono essere collegati più database (di tipo GIS, multimediale, ecc.). I modelli stessi divengono interrogabili, vere e proprie interfacce di accesso alle fonti.

2.5 Conclusioni

La nostra esperienza di lavoro ha evidenziato, in un certo senso, come il concetto di "media morfosi" si possa applicare anche a un medium come la Realtà Virtuale. Dovrà contenere altri media al suo interno e forse costringerà altri media a mutare; come l'avvento della televisione ha costretto la radio a trasformarsi (MC LUHAN 1964). Oggi la realtà virtuale, come è stato per il cinema delle origini, è un medium nuovo che vive ancora la fase "effetto stupore", ma che dovrà definire un proprio linguaggio e specializzarsi in generi.

L'archeologo che utilizza la realtà virtuale dovrà avere capacità di interagire con discipline diverse, saper sfruttare le potenzialità informatiche per accompagnare il visitatore nella navigazione di scenari complessi e nella ricerca e visualizzazione di fonti anche attraverso un'esperienza percettiva.

ANTONELLA GUIDAZZOLI
CINECA

3. L'ARCHEOLOGIA VIRTUALE E LE TECNOLOGIE PER LA FRUIZIONE ON-SITE

3.1 Introduzione

Nei paragrafi precedenti sono state messe in luce le potenzialità dell'archeologia virtuale sia nella validazione delle ricostruzioni sia nella comunicazione. Sono stati inoltre presi in considerazione due strumenti di accesso ai risultati dell'archeologia virtuale: la workstation e il teatro virtuale e di entrambi è stata analizzata l'efficacia comunicativa. Vogliamo ora discutere se è opportuno portare i risultati dell'archeologia virtuale direttamente sul sito ed esaminare le strategie oggi eventualmente percorribili a tal fine. Quali altri canali di comunicazione sono ipotizzabili? Quali i vantaggi? Quali i rischi?

⁶ Il progetto VISMAN è finanziato dal Consorzio Spinner con fondi della Regione Emilia Romagna e dell'UE.

Se da un lato il carico computazionale imposto dalla navigazione libera in un modello 3D complesso è appena sostenibile dai moderni calcolatori desktop o portatili, e quindi mal si adatta agli attuali terminali interattivi mobili, dall'altro lato si può sostenere che la disponibilità dei modelli sul sito potrebbe avere un forte impatto sulla visita a un sito archeologico, sul processo cognitivo e sul coinvolgimento del visitatore. Impatto, evidentemente, però, non necessariamente positivo: alto è il rischio che questa "virtualità" possa annullare il pathos, l'emozione della visita; chi ad esempio ha visitato da solo la Casa del Fauno al tramonto di un giorno d'estate, certo non dimenticherà mai la magia dei due peristili, i colori degli schemi isodomi dei dipinti del primo stile, l'atmosfera, il profumo caldo dell'aria, la luce. È chiaro che qualunque oggetto artificiale inserito in quell'ambiente lo perturba, e ne uccide l'anima.

È però altrettanto importante ammettere che tante sono le curiosità suscitate da una visita, riguardanti la vita di un tempo in quei luoghi, il rapporto tra ciò che vediamo e ciò che era, il legame tra quei luoghi e la storia. Pompei era sulla costa tra Miseno e Sorrento. Su quella costa e sulle isole di fronte tante vicende della storia di Roma ebbero luogo. A pochi chilometri c'è Paestum, altrettanto famosa per le sue pitture, oltre che per i suoi templi, che fiorì diversi secoli prima come colonia greca, e divenne romana quando Pompei si sviluppava. Negli ultimi anni di Pompei, i cristiani si erano già fatti notare in Italia (Tacito, *Annali* XIII), mentre Tito, non ancora imperatore lasciava distruggere il tempio di Gerusalemme (Tacito, *Storie* V). Chi, ad esempio, pellegrinando per Pompei, non vorrebbe sapere quali erano i legami tra Pompei, gli altri siti vesuviani e la storia di Roma, se sono state trovate tracce di cristiani a Pompei, se ci sono tracce di giudei, se la loro presenza era sentita, quale impatto ebbe l'eruzione sull'economia e magari sulla storia del tempo?

Dunque come conciliare il desiderio di un'esperienza incontaminata con il bisogno di conoscere? La soluzione che si propone è dare al visitatore una guida personale interattiva e multimediale che lo "accompagni" durante la visita, gli segnali nel modo meno invasivo possibile quando si trova in un luogo che reca tracce di arte o di storia non immediatamente percepibili e che, su richiesta, illustri con parole e con immagini contestualizzate ciò che le pietre non possono esprimere.

Molte imprese, organizzazioni e centri di ricerca hanno riconosciuto che la tecnologia è ormai matura e che vale la pena investire su questo obiettivo. In particolare, l'iniziativa che più di ogni altra si sta concentrando da diversi anni sulla fruizione delle ricostruzioni virtuali sul sito è Archeoguide (GLEUE, DAEHNE 2002), il cui obiettivo principale è far rivivere gli antichi splendori dei luoghi visitati semplicemente facendo portare ai visitatori itineranti degli occhiali capaci di sovrapporre alle rovine la ricostruzione virtuale della loro realtà originaria.

Il presente lavoro rappresenta una proposta alternativa, meno estrema nella tecnologia del riconoscimento della posizione e meno fantascientifica nell'interfaccia, ma, nelle intenzioni anche meno invasiva, più "socializzante" e più versatile. Il presupposto è che i requisiti di un sistema di fruizione sono talmente specifici da meritare lo sviluppo di uno strumento *ad hoc*; questo strumento è stato sviluppato nell'ambito di un progetto di ricerca industriale (Progetto MUSE) condotto da un'azienda di Bologna, la Ducati Sistemi S.p.A. (cfr. Appendice). L'obiettivo del progetto è concepire e sperimentare un sistema di fruizione mobile che, con il minimo impatto ambientale, possa colmare il gap tra percezione visiva e conoscenza.

3.2 Il progetto MUSE: un sistema di fruizione multicanale

Il progetto MUSE è finalizzato alla concezione e allo sviluppo di una infrastruttura tecnologica per la valorizzazione delle esperienze culturali. L'idea di MUSE è di mettere a disposizione contenuti multimediali a carattere "formativo" contestualizzati e fruibili in qualsiasi luogo e momento in cui la fruizione stessa possa avere significato, quindi prima di tutto durante l'esperienza stessa (cioè sul sito visitato, museale, archeologico o urbano, in presenza delle opere oggetto di attenzione), ma anche in altri momenti e luoghi, lontano dalle opere. In questo secondo caso molte sono le opportunità: ancora sul "sito" in ambienti opportunamente attrezzati per una fruizione più immersiva, oppure in viaggio, a scuola o a casa utilizzando un normalissimo personal computer portatile, oppure, infine, anche presso centri che dispongono di sistemi di fruizione immersiva evoluti come ad esempio una "CAVE" (CRUZ-NEIRA *et al.* 1993) o un teatro virtuale. Un sistema di questo tipo viene comunemente chiamato sistema multicanale in quanto prevede diversi canali di fruizione attraverso i quali è possibile accedere a contenuti multimediali originati da una stessa base informativa e opportunamente calibrati sul canale di fruizione (Fig. 9). Ad ogni canale sarà in generale associato uno specifico dispositivo multimediale con caratteristiche di ergonomia e interfaccia dipendenti dall'ambiente e dal contesto di fruizione (ad esempio dispositivi multimediali, workstation grafiche, PDA, notebook, e così via).

Un ruolo decisivo nella preparazione dei contenuti è svolto dalle ricostruzioni virtuali. Ogni modello costituisce infatti una fonte inesauribile di scorci e punti di vista utilizzabili per facilitare il processo cognitivo. La modalità di impiego del modello dipende dal canale: si passa dalla fruizione stereografica "a immersione totale" del teatro virtuale, già illustrata nella sezione precedente, alle "foto virtuali" scattate da punti di vista significativi del modello stesso e, ad esempio, organizzate nella forma di slide-show da fruire su un PDA. Particolarmente efficaci ai fini della fruizione mobile sono le "animazioni", brevi filmati virtuali con commento audio, ripresi navigando

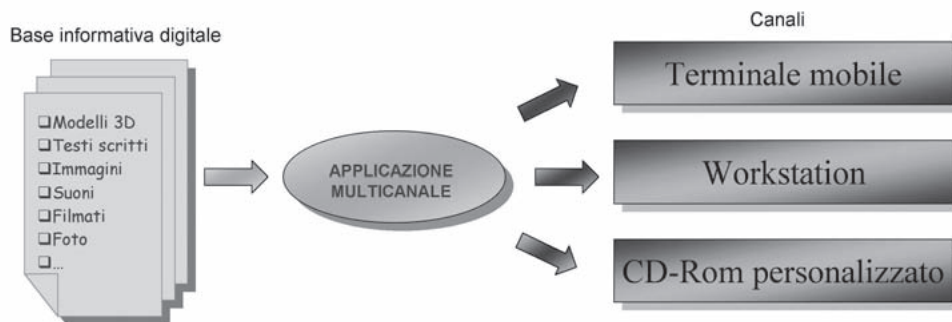


Fig. 9 – Rappresentazione astratta del sistema multicanale MUSE.

nel modello, concepiti per essere presentati in specifici luoghi lungo il percorso della visita. È possibile inoltre utilizzare il modello come interfaccia di accesso a contenuti specifici dell’edificio modellato. Ad esempio è possibile far interrogare il modello durante la navigazione virtuale, oppure proporre approfondimenti all’utente durante un’animazione.

Nel sistema MUSE sono attualmente previsti il canale per la fruizione mobile, lungo il percorso di visita, il canale per la fruizione stazionaria sul sito e quello per ricordare l’esperienza della visita.

Il canale per la fruizione mobile fa uso di un terminale “indossabile” denominato Whyre®, sviluppato appositamente per questa applicazione e descritto nel prossimo paragrafo. Il canale per la fruizione stazionaria è costituito da grandi monitor⁷, eventualmente appesi alle pareti, e controllati da workstation con prestazioni che consentono di navigare agevolmente nelle ricostruzioni virtuali (SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI *et al.* 2001). La fruizione avviene in spazi dedicati e opportunamente attrezzati. Si interagisce con questo canale di fruizione tramite Whyre®, sfruttando la connessione in rete radio (WLAN) presente su entrambi i dispositivi.

Il terzo canale di fruizione ha l’obiettivo di proiettare nel tempo l’esperienza di un giorno, ed è costituito da un CD-Rom personalizzato, che il visitatore potrà portare via con sé in ricordo della visita. Anche questo canale si basa su Whyre®: durante la visita, infatti, agendo su Whyre®, l’utente può selezionare contenuti culturali di suo interesse, scattare foto con la fotocamera integrata e persino registrare le proprie impressioni o commenti. Detti contenuti, trasferiti sul CD-Rom, saranno fruibili su qualunque personal computer ove e quando il visitatore lo desideri. Il sistema di creazione del CD-

⁷ L’idea di studiare l’impiego di grandi monitor interattivi controllati direttamente da Whyre® è dovuta al Prof. Paolo Galluzzi, Direttore dell’Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze.

Rom personalizzato dispone di un meccanismo di autorizzazione e contabilizzazione dei contenuti che consente la gestione dei diritti.

3.3 *Il terminale multimediale mobile WHYRE®*

Un sistema di fruizione mobile non può permettersi di essere invasivo, né nei confronti del sito né nei confronti del visitatore: l'infrastruttura tecnologica deve essere nascosta, e la centralità dell'utente deve essere assicurata. Il terminale mobile non deve sostituirsi alle opere ma solo facilitarne la comprensione; il visitatore non va obbligato né a seguire un percorso preciso né a subire "lezioni" a cui non è interessato. Sulla base di questi requisiti è stata scelta la tecnologia, è stata definita l'interfaccia e sono stati calibrati i contenuti.

3.3.1 La tecnologia

L'idea di progettare un terminale mobile *ad hoc* per la fruizione multimediale sui siti archeologici, e di non utilizzare invece un prodotto commerciale in qualche modo riadattato, nasce da considerazioni sulla specificità di alcuni importanti requisiti funzionali. Sono stati considerati requisiti funzionali prioritari la qualità delle immagini, la luminosità del display, il supporto alla fruizione interattiva delle ricostruzioni virtuali, la facilità d'uso, la necessità di essere utilizzato anche a mani libere, anche per alcune ore, anche da due persone insieme, e, infine ma non meno importante, ci si è posti l'obiettivo di realizzare un "laboratorio" per la sperimentazione di nuovi modelli di fruizione basati sullo stato dell'arte della tecnologia. Si è accettato, di contro, per motivi di costo e di limiti tecnologici, di tollerare un peso forse eccessivo (circa 1200 grammi), che potrà essere ridotto in futuro.

Le tecnologie impiegate e la sua architettura sono dunque il risultato del compromesso tra i seguenti principali e contrastanti requisiti: velocità di elaborazione; durata dello stato di carica delle batterie; peso e dimensioni; luminosità del display; versatilità delle interfacce.

Il terminale risultante, agli occhi dell'utente ben diverso da un personal computer, ha in realtà al suo interno una CPU a bassissima tensione di alimentazione, con architettura Intel a 32 bit, un acceleratore per le applicazioni di grafica tridimensionale, un piccolo disco rigido, una porta per le comunicazioni wireless e una piattaforma multisensoriale che ne agevola l'utilizzo. Il sistema operativo è Microsoft; si tratta di una versione ritagliabile di Windows XP, denominata XPE, invisibile all'utente, al quale appare unicamente l'interfaccia specifica dell'applicazione. Per tenere minimi i consumi senza compromettere le prestazioni, la CPU può funzionare a frequenze e tensioni variabili in funzione del carico computazionale istantaneo. Le frequenze di funzionamento vanno dai 300 ai 600 MHz. Il display, estremamente luminoso, ha approssimativamente le dimensioni di una cartolina (6.4

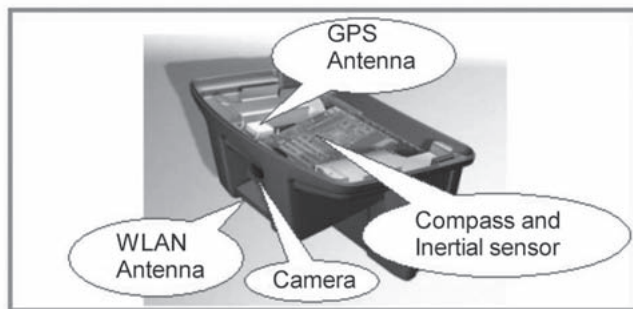


Fig. 10 – La piattaforma sensori di Whyre®.

pollici). Il progetto dell'hardware si basa su un tablet computer sperimentale sviluppato presso i Laboratori Intel, e che l'Intel ha messo gentilmente a disposizione del progetto MUSE.

Per facilitare la visita ai siti archeologici e museali, Whyre® dispone infine di un insieme di sensori (Fig. 10) cui è demandato il compito di rendere possibili servizi dipendenti dalla posizione e dalla sfera di attenzione del visitatore (in particolare una bussola, due accelerometri, un ricevitore GPS e una telecamera).

3.3.2 L'interfaccia

L'interfaccia è il “mezzo” attraverso il quale il visitatore accede ai contenuti. L'interfaccia interagisce con il visitatore, controlla la navigazione, avvia l'accesso alla base informativa e presenta i contenuti multimediali pertinenti. Avendo il compito di colmare il gap semantico tra il visitatore e l'infrastruttura tecnologica, deve rispondere a requisiti di usabilità ed efficacia (Tav. Vb). Inoltre, essendo dipendente dall'applicazione (in pratica dal sito) e dal canale di comunicazione considerato, il suo costo sarà ricorrente su ogni nuova applicazione. È importante quindi disporre di una metodologia e di strumenti di progetto che consentano di minimizzare tempi e costi di creazione e messa a punto di un'interfaccia.

L'approccio adottato nell'ambito del progetto MUSE ha portato allo sviluppo di un “framework software” che prevede la generazione assistita dal calcolatore di una rappresentazione formale dell'interfaccia specifica, e la sua interpretazione e attuazione in tempo reale sul canale di fruizione (GARZOTTO *et al.* 2003). Il framework si basa su un modello di interfaccia in cui la logica, cioè la modalità di interazione e navigazione, e la grafica sono oggetto di due fasi progettuali concettualmente distinte: la prima va affidata a esperti di comunicazione mentre la seconda potrà essere svolta da un progettista di pagine web utilizzando comuni strumenti di grafica e di creazione

di pagine HTML. A parità di canale di fruizione, la logica dell'interfaccia sarà sostanzialmente riutilizzabile, per cui solo la grafica dovrà in generale essere di volta in volta riadattata.

L'interfaccia dipende profondamente dal canale di fruizione. Ad esempio il canale di fruizione mobile (Whyre® nel caso di MUSE), consente solo interazioni minime in quanto l'utente sul sito è concentrato sulla realtà dei paesaggi e delle opere. È pertanto opportuno che Whyre® capisca che cosa il visitatore sta guardando così da mostrare solo i contenuti interessanti in quel momento; solo tra essi il visitatore sceglierà. A tal fine Whyre® utilizza la sua piattaforma sensoriale, il cui compito è generare input di posizione e orientamento senza soluzione di continuità e senza coinvolgere l'utente. In determinati casi Whyre® utilizza la telecamera per riconoscere il punto di vista del visitatore e proporgli contenuti specifici estremamente focalizzati. In ogni caso il visitatore potrà scegliere utilizzando in modo intuitivo i pochi e comodi tasti disponibili. Così la centralità dell'utente non è mai in discussione. I contenuti virtuali e la realtà non competono né si ostacolano ma si completano a vicenda, coniugando emozione e conoscenza.

Ma che forma avranno i contenuti? La scelta dipende ancora una volta dal canale di fruizione ed è influenzata da requisiti tecnologici, ergonomici e ambientali. Da un lato è infatti necessario fare i conti con le prestazioni dell'hardware associato al canale di fruizione e con la dimensione del display, e dall'altro bisogna invece considerare la disponibilità alla ricezione da parte dei sensi dell'utente. Sul sito, ad esempio, il senso più disponibile è l'udito in quanto la vista deve essere principalmente rivolta alla realtà. Pertanto i contenuti di Whyre® tendono a privilegiare i suoni (voce narrante e musica) e le rappresentazioni grafiche (immagini, ma anche mappe, animazioni, filmati e modelli 3D), comprimendo al massimo il testo scritto, così da accompagnare l'utente durante la visita senza "saturarne" i sensi.

Anche la varietà dei formati idonei al canale di fruizione influenza la struttura dell'interfaccia. A ogni formato deve infatti essere associato uno specifico visualizzatore. La visualizzazione viene effettuata in finestre opportunamente posizionate sullo schermo, che convivono con altri elementi grafici finalizzati ad esempio a guidare l'utente nell'interazione con i contenuti.

In conclusione l'interfaccia di Whyre® ha il compito di mostrare all'utente un volto comunicativo, che si rinnova continuamente, in funzione del contesto, dei segnali generati dai sensori, delle scelte possibili e del contenuto visualizzato. La sua efficacia ha un ruolo decisivo sul successo del sistema di fruizione.

3.4 La produzione dei contenuti

La produzione dei contenuti, e in particolare la produzione per la fruizione on-site, sono attività estremamente articolate, che coinvolgono profes-

sionalità molto diverse e richiedono team affiatati di creativi, umanisti e tecnologi. Mentre è scontato nel contesto di questo lavoro il ruolo degli umanisti e dei tecnologi, va invece sottolineato il ruolo dei creativi.

La fruizione multimediale interattiva può essere in effetti ricondotta a un dialogo tra visitatore e strumento di fruizione. Il linguaggio delle parole e delle immagini, l'alternarsi di momenti di fruizione "passiva" ai momenti di alta interattività, i tempi delle clip audio-video, la grafica stessa dell'interfaccia vanno progettati da esperti di comunicazione e di spettacolo per i quali la tecnologia della fruizione multimediale mobile potrebbe rappresentare un nuovo fecondo campo di indagine e ricerca. In questa sede ci limitiamo ad auspicare il coinvolgimento degli studiosi di comunicazione e spettacolo nella valorizzazione dei sistemi di fruizione multimediale interattiva, e passiamo quindi ad esaminare gli aspetti meramente tecnici della produzione dei contenuti.

Progettata l'applicazione, la creazione dei contenuti inizia con la ricerca iconografica e documentaria (BOCCHI 1999) e procede quindi attraverso varie fasi che portano alla realizzazione di una base informativa di contenuti fruibili su specifici canali e in specifici momenti di fruizione. Essenzialmente l'obiettivo è arrivare a un sistema che proponga al visitatore solamente i contenuti a cui in quell'istante il visitatore può essere interessato; si deve cioè rispettare la centralità dell'utente, limitando però le scelte possibili in base alla distanza dal suo centro di attenzione corrente, distanza intesa in senso concettuale e, nel caso della fruizione mobile, anche spaziale.

Questo problema può essere in generale perseguito assegnando a ciascun contenuto un grado di interesse (DOI – *Degree Of Interest*) (STROTHOTTE 1988), variabile proprio in funzione della relativa distanza dal centro di attenzione corrente. Dunque i contenuti devono alla fine essere organizzati in modo da riflettere i legami di affinità e contestualità logico-spaziale. La soluzione semplificativa adottata consiste nel legare i contenuti alla posizione nello spazio a cui il contenuto si riferisce e nell'organizzazione dei contenuti su più livelli di approfondimento. Giunti fisicamente o virtualmente in un luogo, il sistema di fruizione farà seguire, dopo una breve introduzione sull'area raggiunta, la proposta di approfondimenti che verranno fruiti solo su esplicita richiesta del visitatore.

I contenuti devono essere inoltre calibrati sul canale di fruizione; ogni canale ha proprie peculiarità, in termini di interfaccia, interazione, potenza di calcolo disponibile, e contesto di fruizione. Per cui, nelle applicazioni multicanale (come quella in via di sperimentazione nell'ambito del progetto MUSE) potrà essere opportuno predisporre, a partire dalla stessa base informativa digitale, contenuti diversi funzionali al canale di fruizione. Ad esempio per il canale di fruizione sul sito, l'obiettivo finale sarà arrivare a contenuti ottimizzati per il display, la cuffia e i pochissimi tasti del terminale, in cui

le immagini e le parole si rafforzano a vicenda al fine di trasferire conoscenze contestualizzate rispetto al percorso della visita.

La creazione dei contenuti è stata suddivisa in diverse fasi:

3.4.1 La ricerca delle fonti

La ricerca delle fonti porta alla raccolta di contenuti primitivi (BOCCHI 1999). Alcune fonti saranno in formato cartaceo e andranno quindi digitalizzate. Altre saranno già digitali, ma, spesso, dovranno essere rielaborate per essere riprodotte dal sistema di fruizione. La ricerca delle fonti è normalmente assegnata agli umanisti, e in particolare agli archeologi, agli storici e agli storici dell'arte.

3.4.2 La digitalizzazione e l'“habitat digitale”

Le fonti, correttamente digitalizzate, vengono catalogate e inserite nella base informativa primitiva, che rappresenta l'«“habitat digitale” all'interno del quale non si devono smarrire le bussole che orientano gli utenti e garantiscono l'uso corretto dei documenti» (VALACCHI 2001). In un sistema di fruizione mobile le risorse digitali devono anche essere contestualizzate rispetto all'ambiente (fisico o virtuale) a cui si riferiscono, e devono inoltre essere trasmesse via radio ai visitatori; pertanto nell'ambito del progetto MUSE è stato studiato un “habitat digitale” composto da: un database centralizzato che mantiene il catalogo e l'organizzazione dei contenuti; una base informativa geografica che mantiene i riferimenti spaziali dei contenuti (il GIS); una base informativa multimediale associata al sistema di distribuzione radio (il media server).

Le risorse primitive mantenute nel database devono essere descritte secondo un ben determinato modello (standard dei metadati). Nel progetto MUSE lo standard utilizzato è il Dublin Core, che descrive ogni risorsa con 15 campi replicabili (<http://www.iccu.sbn.it>). I criteri di scelta dello standard sono discussi in ICHIM01 (SALMON CINOTTI *et al.* 2001).

La struttura del database riflette i legami tra le entità fruibili, e cioè non solamente le opere ma anche gli edifici, gli ambienti e gli spazi aperti; ad ogni entità viene associata una gerarchia di contenuti organizzati in funzione del livello di approfondimento (Fig. 11).

La struttura del GIS è funzionale a tutti i servizi basati sulla posizione di interesse per il visitatore (“location based services”). In particolare il GIS consente sia la selezione automatica dei contenuti localmente pertinenti, sia l'erogazione di servizi logistici, come ad esempio servizi di orientamento e di guida lungo i percorsi autorizzati. La Tav. VIa mostra la struttura del GIS per la fruizione mobile a Pompei, costruito a partire dalla RICA MAP (Soprintendenza Archeologica di Pompei) nell'ambito del progetto MUSE.

Nell'“habitat digitale” di un sistema di fruizione si trova anche la base informativa multimediale, che ospita le animazioni, le presentazioni audio e

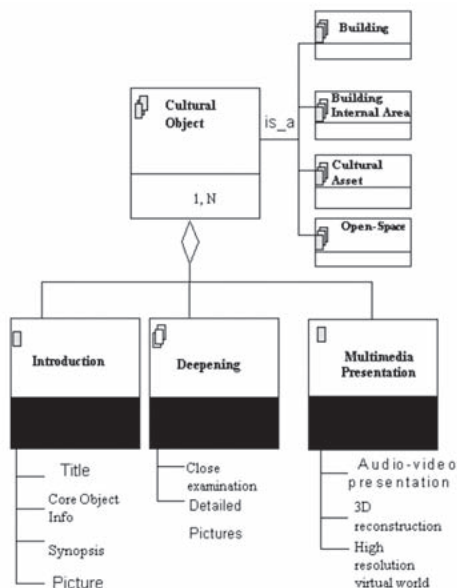


Fig. 11 – L'organizzazione della base informativa primaria e le relazioni fra i contenuti.

i filmati da trasmettere via radio, on-demand, cioè su richiesta dei terminali mobili. Questi contenuti devono essere gestiti da un apposito modulo (il media server) il cui compito è superare un limite della tecnologia: la banda limitata del canale di trasmissione. La dimensione delle clip multimediali è infatti tale da richiedere un tempo di trasmissione verso il terminale mobile confrontabile con la durata della clip stessa. Per evitare lunghe attese al visitatore, è pertanto necessario iniziare la fruizione durante, e non alla fine della trasmissione; questa modalità di fruizione si chiama fruizione in streaming e presuppone una apposita post-elaborazione dei contenuti multimediali ospitati nella base informativa multimediale.

3.4.3 La creazione dei modelli

La creazione dei modelli, a valle della ricerca delle fonti, è stata già ampiamente illustrata nei paragrafi precedenti. Creati i modelli architettonici, si procede alla redazione dei testi didattici e alla digitalizzazione delle immagini di supporto agli approfondimenti. Modelli, immagini e testi vengono quindi inseriti nell'“habitat digitale”.

3.4.4 La produzione e il montaggio dei contenuti

La produzione è attività creativa che coinvolge professionalità eterogenee; il suo obiettivo è attingere dalla base informativa digitale disponibile e

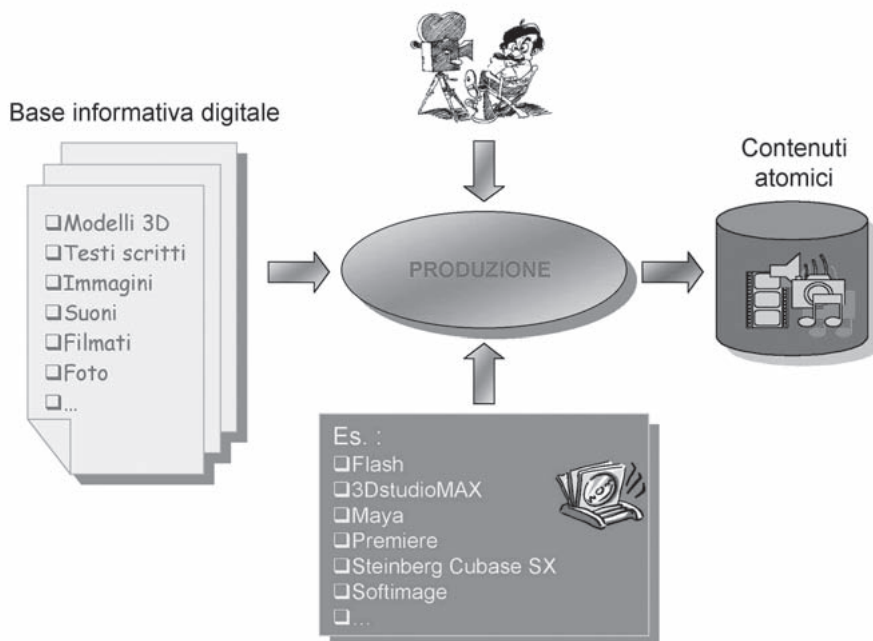


Fig. 12 – La produzione e il montaggio dei contenuti multimediali.

trarne clip multimediali a diversi livelli di approfondimento, destinate a essere fruite su specifici canali del sistema di fruizione. Chiameremo “contenuti atomici” queste clip, a indicare che si tratta in generale di “quantità” di fruizione, tutti caratterizzati da un senso compiuto.

Le clip per il canale di fruizione mobile saranno fruite in presenza dell’opera illustrata, quindi, come già accennato, non dovranno sostituirsi ad essa ma solo facilitarne la comprensione. Per esse si impone uno sforzo metodologico volto a definire un modello di comunicazione in cui parole, immagini e ricostruzioni virtuali sono utilizzate al solo scopo di far conoscere la realtà che si ha di fronte, realtà che, soprattutto nel caso dei siti archeologici, è spesso solo una traccia della realtà originaria.

Decisivo, in questa ottica, è il ruolo affidato alle ricostruzioni virtuali validate. Si ritiene che detti modelli non debbano essere utilizzati esclusivamente in modo nativo, sia perché i limiti attuali della tecnologia mobile spesso ne impediscono la fruizione interattiva “fluida”, sia perché il processo cognitivo risulterà più efficace se la fruizione dei modelli è affiancata da sapienti parole.

Diverse sono le tipologie di clip che utilizzano ricostruzioni virtuali. Ad esempio, è possibile costruire “film virtuali” in cui il modello viene navigato

fuori linea, durante la produzione, oppure si possono realizzare sequenze di punti di vista ben distinti (slide show) debitamente commentate. In entrambi i casi ci troviamo di fronte a media non interattivi; altrimenti è possibile creare filmati debolmente interattivi, in cui l'utente è chiamato di tanto in tanto ad effettuare scelte o attivare approfondimenti. Questo approccio all'interattività dei contenuti, interessante dal punto di vista "tecnologico", porta però a interrompere la narrazione e viola quindi l'atomicità delle clip. Pertanto, il loro impiego deve essere meditato, e le relative tracce audio devono essere progettate di conseguenza.

La produzione di contenuti multimediali richiede in generale l'impiego di strumenti informatici complessi, alcuni dei quali sono elencati in Fig. 12, e richiede inoltre la disponibilità di uno studio di registrazione a cui affidare le letture dei testi e il montaggio dei brani musicali. Audio e video vengono sincronizzati con un processo iterativo che coinvolge tutti gli attori della produzione. Quest'ultimo processo è particolarmente critico, in quanto ha un forte impatto sia sulla qualità del risultato, sia sui costi e sui tempi della produzione.

3.4.5 La post-produzione

Al termine della fase di produzione, le clip multimediali sono codificate in un formato non adatto alla fruizione attraverso la rete, infatti non sono compresse, né possono essere fruite in streaming, cioè in tempo reale. Entrambi questi aspetti sono gestiti nella fase di post-produzione, una fase tecnica e in cui i contenuti primitivi vengono prima convertiti in un formato fruibile e poi opportunamente configurati e inseriti nell'"habitat digitale" del sistema di fruizione.

In questa fase, il cui obiettivo è mediare fra contenuto originario, banda disponibile e modello di fruizione, si scelgono lo standard di compressione e il protocollo di trasmissione, e inoltre si dimensionano i parametri che consentono di ottimizzare la qualità della fruizione rispetto alle caratteristiche del sistema e della rete. Successivamente, uno strumento di data entry sviluppato *ad hoc* consente di inserire i contenuti nella base informativa primaria (il database), quindi di referenziarli nello spazio e infine di caricarli nella base informativa multimediale (il media server), per essere finalmente trasmessi ai visitatori.

3.5 Un esempio di visita multimediale a Pompei

La sperimentazione del terminale portatile Whyre® è prevista lungo un percorso (Tav. VIb) che interessa una selezione dei più significativi complessi dell'area archeologica di Pompei e segue il criterio di offrire una casistica di edifici ampia ed allo stesso tempo coerente ed omogenea dal punto di vista dei contenuti multimediali trasmissibili all'utente.

La scelta di far iniziare la visita dall'ingresso di Porta Marina è motivata sia da considerazioni logistiche (la vicinanza ai locali della Soprintendenza Archeologica permette un più agevole allestimento delle attrezzature multimediali), sia dalla volontà di consentire all'utente di avvicinarsi all'area archeologica attraverso un percorso sufficientemente lungo da permettergli di familiarizzare con l'interfaccia del sistema, sperimentando l'introduzione alla visita (costituita dalla storia dell'antica città di Pompei) ed i contenuti facoltativi di approfondimento⁸ (la cronaca dell'eruzione del 79, tratta dalla celebre *epistula* di Plinio il Giovane, e la storia degli scavi della città vesuviana).

Giunto al Foro dall'accesso di Via Marina, il visitatore si ritrova al centro di uno spazio monumentale di grande ampiezza e complessità, difficilmente percepibile, nella sua unitarietà, da chi si trovi a transitare lungo uno dei suoi lati lunghi: l'incremento offerto da Whyre® alla comprensione del dato reale, che si presenta frammentato agli occhi dell'osservatore, si realizza tramite l'"accesso a dati invisibili"⁹, mostrando il Foro da un punto di vista rialzato¹⁰, e rendendone leggibile, mediante caratterizzazioni cromatiche, la diversa destinazione funzionale di ciascun edificio (Fig. 13). Ulteriori approfondimenti, a discrezione dell'utente, consentono l'accesso a differenti tipologie¹¹ di risorse informative: una ricostruzione tridimensionale animata del-

⁸ I contenuti multimediali interattivi forniti da Whyre® sono accessibili secondo due principali livelli informativi, in funzione dei possibili ambiti d'interesse del fruitore; un primo livello introduttivo, che raggiunge l'utente in virtù della "context awareness" del sistema, ed un secondo livello di approfondimento, che offre una serie di contenuti, liberamente selezionabili dal display tramite i tasti predisposti dall'interfaccia, in grado di fornire informazioni più dettagliate (in forma di animazioni, vedute panoramiche, modelli 3D interattivi) sull'edificio che l'utente sta visitando, «secondo una sceneggiatura che, senza tradire la verità scientifica, riesce a narrare storie in grado di emozionare, dare il senso della scoperta, integrare i reperti alle informazioni» (PEREGO 1997, 273).

⁹ Per i requisiti di multimedialità-interattività, multisensorialità, contestualizzazione dell'informazione, accessibilità a dati e cognitivà (FORTE 2003), il Progetto MUSE propone on-site, tramite Whyre®, un'esperienza ben più completa e coinvolgente della visita ad un museo virtuale: pur muovendosi sul sito, il fruitore è immerso in una fitta rete wireless di informazioni, che interagiscono con lui sia attraverso i comandi della piattaforma portatile, sia mediante la sua stessa posizione nell'ambiente che lo circonda, rilevata tramite gli strumenti integrati di riconoscimento della posizione (cfr. *supra*, 3.1).

¹⁰ Questo è stato reso possibile grazie ad un'immagine fotografica dell'Archivio della Soprintendenza Archeologica di Pompei (inv. C2169) che mostra la zona del Foro nel prezioso plastico in legno, sughero e carta realizzato in più riprese, per gran parte dell'area scavata di Pompei, dal 1861 in avanti (CASSANELLI *et al.* 1997, 52-57).

¹¹ «A virtual museum is an organized collection of electronic artifacts and information resources-virtually anything which can be digitized. The collection may include paintings, drawings, photographs, diagrams, graphs, recordings, video segments...» (MCKENZIE 1997). Grazie alla presenza di differenti tipologie di fonti, anche Whyre®, come il museo virtuale, diventa strumento di genesi della conoscenza. M. FORTE (2003) sostiene che «in quanto struttura-sistema, il *museo virtuale* diventa spazio cognitivo, quindi si incrementa di significati in ragione del contesto che si ricompone grazie alla somma di informazioni e associazioni che accorpa». Ora, grazie alla disponibilità di Whyre® (o di oggetti simili che compariranno in futuro), possiamo riprendere queste parole per riferirle alla più coinvolgente realtà del sito archeologico.

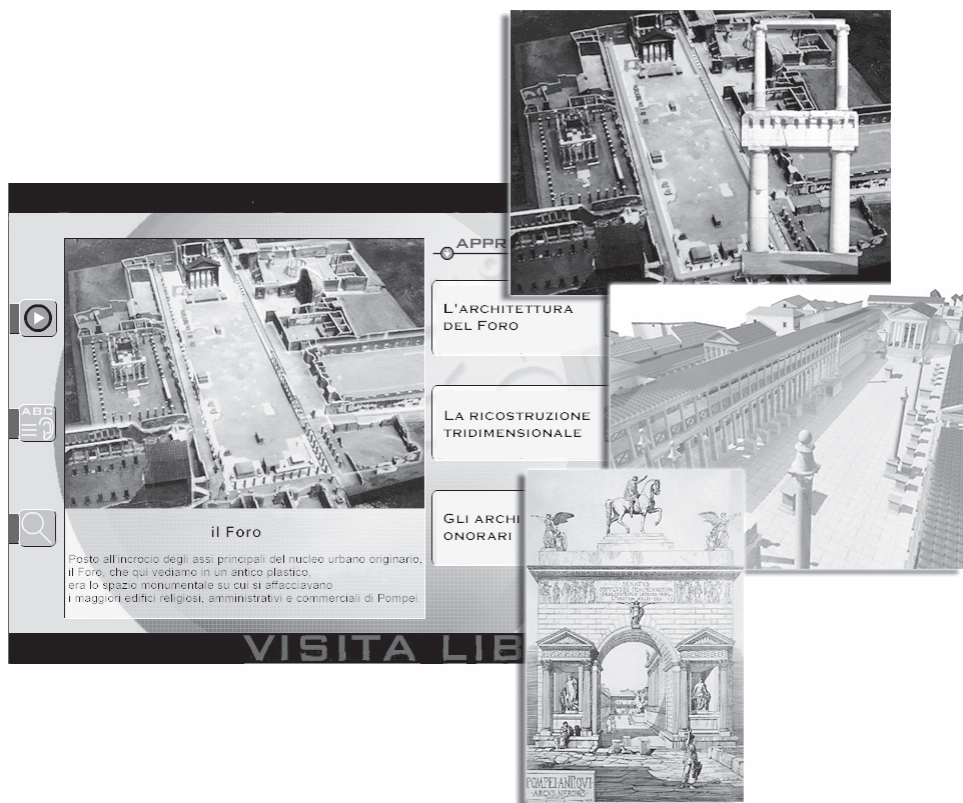


Fig. 13 – Pompei, complesso monumentale del Foro (*regio VII*). Contenuto multimediale del sistema Whyre® (immagini tratte da: Archivio SAP, C2169; B105; CAPASSO 2002, 9, rielaborazione: F. Corlàita).

l'area forense (CAPASSO 2002); una stampa d'epoca (Archivio della Soprintendenza Archeologica di Pompei, inv. B105), che mostra l'ipotesi ricostruttiva dell'arco onorario dedicato a Tiberio (che affianca, sul fianco Est, il *Capitolium*); un'animazione che illustra, in senso narrativo-diacronico, le varie fasi edilizie che hanno gradualmente modificato l'aspetto dell'area del Foro, fino al risultato ancora oggi visibile.

Fornendo, attraverso lo stesso tipo di contenuti multimediali, una chiave di lettura che aiuti l'osservatore a comprendere la struttura architettonica e la destinazione funzionale degli edifici pubblici che sorgono sul lato Est del Foro – da Sud: l'Edificio di Eumachia, il Tempio di Vespasiano, il cosiddetto Santuario dei Lari pubblici, il *Macellum* ed il *Capitolium* – la visita "context aware" ha un'altra stazione significativa in corrispondenza del più noto esem-

plare di edilizia residenziale pompeiana: la Casa del Fauno (VI 12, 2). Un acquerello di T. Duclère (CASSANELLI *et al.* 1997, 110, fig. 56) della metà del XIX secolo mostra come questa *domus*, unica per l'estensione e per la ricchezza della decorazione musiva, sia sempre stata, dopo la sua riscoperta, meta di visitatori accolti, come in antico, dalla scritta *Have*, ancora oggi visibile sul marciapiede in lavapesta antistante le *fauces*. Nell'ambito degli approfondimenti, una veduta a volo d'uccello della planimetria (CAPASSO 2002, 23), oltre ad offrire una più efficace comprensione dell'articolazione spaziale della *domus*, organizzata su un doppio atrio e un doppio peristilio, permette di ricomporre idealmente lo straordinario programma decorativo musivo, ora interamente esposto al Museo Archeologico Nazionale di Napoli. I due approfondimenti – sul bronzetto di fauno danzante che ha dato il nome alla casa (presente *in situ* solo in copia), e sul celebre repertorio musivo della *domus* – permettono all'osservatore la “contestualizzazione” (FORTE 2003) di oggetti fisicamente lontani, col duplice risultato di valorizzare l'evidenza archeologica *in situ*, che viene così idealmente riportata all'originaria pienezza di significato, e di suscitare nell'osservatore attento la curiosità intellettuale di fare esperienza diretta delle opere visualizzate sul display.

Proseguendo verso Via di Nola, la sperimentazione del sistema Whyre® raggiunge il momento di massima potenzialità di “on-site fruition” nella visita multimediale alla Casa del Centenario (IX 8, 3.6.a), una grande *domus* a doppio atrio e peristilio, oggetto di studio, dal 1999, del Progetto “Pompei – Insula del Centenario” (SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a). L'applicazione di Whyre® alla Casa del Centenario ha portato a risultati di grande interesse, sia per la varietà e l'abbondanza del materiale iconografico messo a disposizione dall'équipe di archeologi del Progetto, sia per l'indiscutibile vantaggio di avere a disposizione, in uno studio *in fieri*, la documentazione completa non solo dei risultati finali, ma soprattutto delle fasi intermedie del lavoro, con la conseguente possibilità di fornire al visitatore spunti sull'aspetto metodologico dei processi di documentazione e ricostruzione di un'evidenza archeologica.

Uno degli approfondimenti disponibili su Whyre® durante la visita all'atrio maggiore della *domus* mostra, infatti, le fonti che costituiscono la base scientifica della ricostruzione tridimensionale (Fig. 14), distinguendola da una mera ricostruzione “spettacularizzata” e divulgativamente “povera”: le fonti testuali, edite ed inedite, dei primi archeologi che scavarono l'*insula*; le fonti iconografiche, sia grafiche (disegni ed acquerelli dei disegnatori ed architetti che illustrarono colla loro opera le attività di scavo-sterro), sia fotografiche (dalle prime fotografie, risalenti all'inizio del Novecento, alla campagna fotografica dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, realizzata alla fine degli anni Settanta); i rilievi grafici e fotogrammetrici, a vari livelli di dettaglio, compiuti durante le campagne archeologiche (1999-



Fig. 14 – Pompei, Casa del Centenario (IX 8, 3.6.a). Atrio maggiore: le fonti della ricostruzione tridimensionale filologica.

2003), fino alle indagini chimico-fisiche dei pigmenti, che hanno consentito una verisimile restituzione cromatica dell'originario aspetto della superficie pittorica. La “denuncia” delle fonti della ricostruzione tridimensionale, se da una parte rende lo spettatore partecipe del faticoso e capillare lavoro di analisi che costituisce la necessaria premessa di ogni fase della ricerca archeologica, dall'altra gli fornisce gli strumenti per valutare il grado di arbitrarietà delle integrazioni, ponendolo in un dialogo critico e formativo con le rovine che si trova ad osservare da una parte, e con l'interpretazione che gli viene proposta dall'altra.

Focalizzando l'attenzione dello spettatore sul peristilio (Fig. 15) e sulle peculiarità architettoniche della sua struttura, Whyre® propone un approfondimento che consente di ricostruire idealmente la probabile sistemazione antica del giardino, molto diversa da quella attuale: sul bordo Nord della vasca,

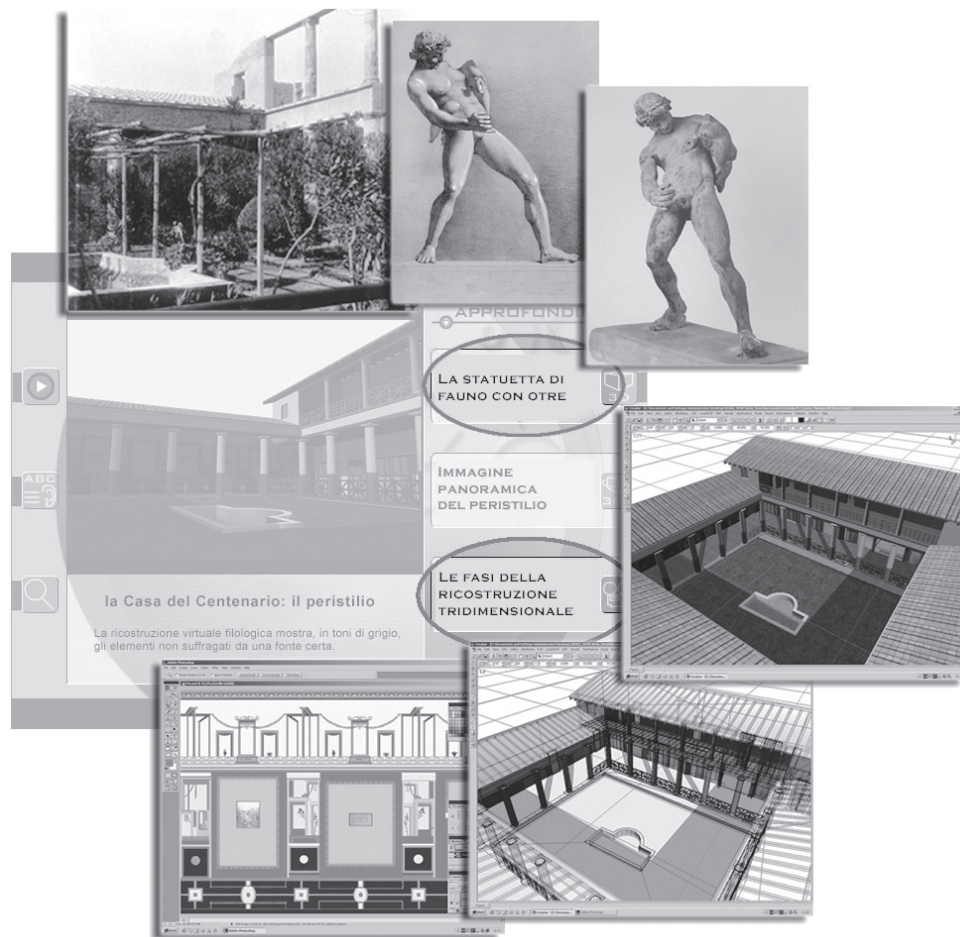


Fig. 15 – Pompei, Casa del Centenario (IX 8, 3.6.a). Peristilio: gli approfondimenti sul bronzetto raffigurante un fauno con otre (immagini tratte da: Archivio SAP, C1573; «Notizie degli Scavi di Antichità» 1880, tav. III; DE CARO 1994, 206), e sulle fasi della ricostruzione tridimensionale.

originariamente rivestita in marmo e sormontata da una pergola¹², era collocata una statuetta bronzea raffigurante un fauno con otre (ora conservata presso

¹² R. Paribeni riporta i risultati delle indagini compiute dal giardiniere Roncicchi: «intorno alla fontana si è potuta constatare l'esistenza di otto pali che avevano lasciato larghi buchi a sezione quadrangolare; accanto ai quattro d'angolo è il foro di una radice. E' probabile che i pali sostenessero piante rampicanti, che si riunivano poi, sostenute da un'incannucciata, a formare una specie di padiglione sulla fontana» («Notizie degli Scavi di Antichità» 1902, 568). Un'immagine fotografica dell'Archivio della Soprintendenza Archeologica di Pompei (inv. C1573) mostra il giardino della Casa del Centenario nei primi decenni del '900, quando era stata ripristinata la sistemazione antica.

il Museo Archeologico Nazionale di Napoli, inv. 111495: SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2003, 288-290, scheda IV.126). Per mostrare allo spettatore alcuni esempi della documentazione realizzata poco dopo lo scavo, l'immagine del bronzetto viene offerta, oltre che in un'immagine fotografica che lo raffigura nella sua attuale condizione (DE CARO 1994, 206), in un disegno, che lo ritrae poco dopo la scoperta, pubblicato nel 1880 su «Notizie degli Scavi di Antichità» (tav. III, disegno di P. Toppi). Alla ricontestualizzazione di elementi non più *in situ* segue l'approfondimento metodologico sulle fasi operative della ricostruzione tridimensionale, dal disegno vettoriale alla modellazione 3D, fino alle operazioni conclusive di texturizzazione ed elaborazione del rendering.

L'ultimo ambiente preso in esame nella sperimentazione del sistema portatile Whyre® all'interno della Casa del Centenario è il grande *viridarium* con ninfeo che chiude l'asse principale della *domus*, con una posizione di preminente visibilità dall'ingresso principale dell'ambiente di ricevimento più lussuoso del complesso residenziale. Il contenuto multimediale offerto per questo ambiente aiuta a riconoscere i soggetti delle pitture, mediante caratterizzazioni cromatiche delle varie zone in cui è suddivisa la decorazione, e ad immaginare le pitture parietali del *viridarium* nella loro originaria freschezza ed intensità coloristica, ora perse a causa del dilavamento, grazie a risorse iconografiche (MAIURI 1938, 48, tav. II, acquerello di L. Bazzani, 1901) che li documentano in uno stato di degrado meno avanzato. Tra gli approfondimenti proposti, particolare interesse riveste l'animazione sul "mestiere dell'archeologo", una breve presentazione delle attività che si svolgono in un cantiere archeologico, volte a coniugare le metodologie tradizionali, come il rilievo autoptico su base cartacea, alle più avanzate applicazioni tecnologiche, di cui la modellazione tridimensionale non è che un aspetto parziale.

4. CONCLUSIONI

Affiancare i risultati dell'archeologia virtuale a una macchina multimediale studiata per accompagnare il visitatore sul sito apre un ventaglio inesplorato di opportunità formative e di intrattenimento pressoché illimitato. Gli strumenti illustrati (i modelli e Whyre®) possono essere spunto per nuove forme di messaggi culturali, inclusi giochi e nuove forme di spettacolo interattivo. Si deve però tenere presente che queste opportunità portano a nuovi scenari nel panorama dei servizi aggiuntivi per le istituzioni di beni culturali. Si intravedono nuovi attori, nuove figure professionali, nuove imprenditorialità, nuove forme di cooperazione e di partnership e forse anche nuovi modelli di regolamentazione dell'uso dei contenuti.

Si deve in particolare considerare che la multimedialità e l'archeologia virtuale portano a far crescere smisuratamente la base informativa del sistema di fruizione, rispetto alle tradizionali basi informative delle audioguide.

Ne derivano due conseguenze importanti: da un lato la necessità di fare ricerca su metodologie e tecniche di produzione multimediale ad alta produttività, e dall'altro l'esigenza di istituzionalizzare la pluralità delle fonti, di far confluire cioè nel sistema di fruizione i contributi di molti istituti ed enti proprietari di contenuti digitali, in quanto è impensabile che un solo ente possa disporre di contenuti adeguati a servire un intero sito.

Probabilmente i modelli di comportamento e di business si avvicineranno sempre di più a quelli del mondo dello spettacolo.

Ringraziamenti

A tutte le persone che con entusiasmo, competenza e contributo di idee hanno partecipato al progetto MUSE gli autori rivolgono un riconoscente grazie.

TULLIO SALMON CINOTTI, GIUSEPPE RAFFA, LUCA ROFFIA, CARLO TABONI
ARCES-DEIS – Università di Bologna

MAURIZIO MALAVASI, FABIO SFORZA
Ducati Sistemi S.p.A.

ERIKA VECCHIETTI
Dipartimento di Archeologia – Università di Bologna (§ 3.5)

APPENDICE

Crediti

Progetto “Pompei, Insula del Centenario (IX,8)” – Equipe di ricerca (* = Università di Bologna, Dipartimento di Archeologia):

DANIELA SCAGLIARINI CORLÀITA * – Responsabile Scientifico – pitture parietali, apparati decorativi, Virtual Archaeology;

SARA SANTORO BIANCHI (Università di Parma, Dipartimento dei Beni Culturali e dello Spettacolo) – Responsabile Scientifico Operativo – tecniche costruttive e storia edilizia, saggi stratigrafici;

ANTONELLA CORALINI* – Segreteria Scientifica e Coordinamento – rivestimenti pavimentali, contesti e materiali degli scavi ottocenteschi, scavi e restauri dal 1879 al 1998;

ANNA MARIA CAPOFERRO CENCETTI* – documentazione grafica e fotografica d'archivio;

LUISA MAZZEO SARACINO* – laboratorio dei materiali;

LAURA CATTANI* – indagini archeobotaniche.

Collaboratori:

PIETRO BARALDI (Università di Modena, Dipartimento di Chimica) – caratterizzazione dei pigmenti;

ACHILLE BONAZZI, ANTONELLA CASOLI (Università di Parma) – caratterizzazione delle malte e degli intonaci;

GABRIELE BITELLI, ANTONIO ZANUTTA (Università di Bologna, DISTART) – rilievo planoaltimetrico, rilievo fotogrammetrico dei ninfei;

ALBERTO CUSTODI, STEFANO DE MIRANDA, LINO SCIORTINO, FRANCESCO UBERTINI (Università di Bologna, DISTART) – analisi statiche e strutturali;

MICHELE DI FILIPPO, BENIAMINO TORO (Università di Roma “La Sapienza”, Dipartimento di Scienze della Terra) – prospezioni microgravimetriche;

- NICOLA SANTOPUOLI (Università di Ferrara), LEONARDO SECCIA (Università di Bologna, CIRAM) – spettrofotometria;
SALVATORE PIRO (CNR – ITABC) – prospezioni georadar;
M. ELENA BONFIGLI, ANTONELLA GUIDAZZOLI, M. ALESSIO MAURI, ERIKA VECCHIETTI, IVANA CERATO, FRANCESCO CORLÀITA (CINECA, Vis.I.T. Lab) – Computer graphics e Virtual Archaeology;
TULLIO SALMON CINOTTI (Università di Bologna, DEIS) – Virtual Archaeology e fruizione multimediale interattiva.

L'esperienza compiuta nel settore della Virtual Reality ha portato anche alla proficua collaborazione con il Dottorato di ricerca in "Conservazione dei Beni Architettonici" dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", coordinato dalla prof. Stella Casiello. Primo risultato è la tesi di dottorato (XV ciclo) dell'arch. Sonia Caggiano (*Il virtuale e il suo contributo al progetto di restauro*: CAGGIANO c.s.).

Bibliografia 2000-2003

SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI (eds.) 2000, 2001, 2002; SCAGLIARINI CORLÀITA, SANTORO 2001; BONFIGLI *et al.* 2001; CORALINI 2001a, b; SCAGLIARINI CORLÀITA *et al.* 2001; SCAGLIARINI CORLÀITA 2001-2002; VECCHIETTI 2001-2002; BITELLI, CAPRA, ZANUTTA 2002a, b; SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2003; CUSTODI, SANTARELLI c.s.; SANTORO, SCAGLIARINI c.s.; VECCHIETTI, ZANFINI c.s.

Il Progetto MUSE è finanziato dal MIUR (già MURST, Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica) nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerca sui Beni Culturali Parnaso. È condotto da un'azienda di Bologna, la Ducati Sistemi S.p.A, in cooperazione con l'Università di Bologna, il CINECA, la SINET, ed altre istituzioni pubbliche e private. Il sistema proposto da MUSE viene sperimentato in ambito archeologico e museale. Ospitano le prime sperimentazioni e contribuiscono alla realizzazione dei contenuti la Soprintendenza Archeologica di Pompei, la Soprintendenza Speciale del Polo museale di Napoli e l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze.

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLDS D., CHALMERS A., FELLNER D. (eds.) 2001, *VAST2001. The International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage* (Atene, Glyfada 2001), *Proceedings*, New York, ACM-SIGGRAPH.
- BARALDI P., BONAZZI A., CASOLI A., VIOLANTE C. 2002, *Tavolozze e tecniche nelle pitture dell'Insula del Centenario*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 29.
- BEARMAN D., GARZOTTO F. (eds.) 2001, *ICHIM01. International Cultural Heritage Informatics Meeting* (Milano 2001), Milano, HOC and A&MI.
- BITELLI G., CAPRA A., ZANUTTA A. 2002a, *Photogrammetric surveying of "Nymphaea" in Pompeii*, in *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Proceedings of the XVIIIth CIPA International Symposium* (Potsdam 2001), vol.34, 5/C7, Postdam, 236-252.
- BITELLI G., CAPRA A., ZANUTTA A. 2002b, *Digital Photogrammetry and Laser Scanning in Surveying the "Nymphaea" in Pompeii*, in W. BOEHLER (ed.), *Proceedings of the CIPA WG 6 International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording*, (Corfu 2002), Thessaloniki, Publishing ZITI, 115-120.
- BOCCHI F. 1999, *Metodologie per la storia delle città: la città in quattro dimensioni*, in F. Bocchi (ed.), *Medieval Metropolises, Proceedings of the Congress of Atlas Working Group* (Bologna 1997), Bologna, Grafis, 11-28.
- BONFIGLI M.E., GUIDAZZOLI A., MAURI M.A., CORALINI A., SCAGLIARINI CORLÀITA D. 2001, *A data description model for Cultural Heritage Hypermedia and Virtual Environments authenticated by archaeologists*, in BEARMAN, GARZOTTO 2001, 193-201.

- BORRIELLO M., D'AMBROSIO A., DE CARO S., GUZZO P. G. 1996 (eds.), *Pompei. Abitare sotto il Vesuvi.*, Catalogo della Mostra (Ferrara 1996-1997), Ferrara, Ferrara Arte.
- CAGGIANO S. c.s., *Bibliografia ragionata sull'Archeologia Virtuale*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI c.s.
- CAPASSO G. 2002, *Viaggio a Pompei. Passeggiate virtuali nelle città perdute*, Napoli, CAPWARE.
- CAPOFERRO CENCETTI A.M. 2002, *La documentazione grafica d'epoca, Disegnatori e pittori, La prima documentazione fotografica*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 8-13.
- CARETTONI G. 1987, *La decorazione della casa di Augusto sul Palatino*, in "Pictores per provincias". Actes du troisième Colloque International sur la peinture murale romaine, Cahiers d'Archéologie Romande, 43, Avenches, 111-117.
- CASSANELLI R., CIAPPARELLI P.L., COLLE E., DAVID M. 1997, *Le case e i monumenti di Pompei nell'opera di Fausto e Felice Niccolini*, Novara, Istituto Geografico De Agostini.
- CORALINI A. 2001a, *I pavimenti della Casa del Centenario a Pompei (IX 8, 3.6.a). I temi figurati*, in F. GUIDOBALDI, A. PARIBENI (eds.), *Atti AISCOM VII (Pompei 2000)*, Roma, Edizioni del Girasole, 45-60.
- CORALINI A. 2001b, *Rivestimenti pavimentali della Casa del Centenario a Pompei (IX 8, 3.6.a)*, in A. PARIBENI (ed.), *Atti AISCOM VIII (Pompei 2001)*, Ravenna, Edizioni del Girasole, 659-674.
- CORALINI A., VECCHIETTI E. 2002, *Rilievo e restituzione grafica dei pavimenti*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 25-26.
- CRUZ-NEIRA C., SANDIN D.J., DEFANTI T. 1993, *Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE*, in SIGGRAPH '93 Proceedings (Anaheim, California, 1993), New York, Association for Computing Machinery, 135-142.
- CUSTODI A. et al. 2002, *Strutture murarie e analisi numerica: l'atrio principale della Casa del Centenario*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 30-32.
- CUSTODI A., SANTARELLI C. c.s., *Coperture trasparenti e leggere in polycarbonato, caratteristiche delle lastre compatte ed alveolari; applicazioni sperimentali nella Casa del Centenario a Pompei*, in SANTORO BIANCHI, SANTOPUOLI c.s.
- DE CARO S. 1994 (ed.), *Il Museo Archeologico Nazionale di Napoli*, Napoli, Electa.
- FORTE M. 2003, *Musealizzazione virtuale: il progetto di allestimento multi-interattivo per la cappella degli Scrovegni* (<http://www.mlib.cnr.it/SitoScrovegni/MusealizzVirtuale.htm>).
- GARZOTTO F., SALMON CINOTTI T., PIGOZZI M. 2003, *Designing multi-channel web frameworks for cultural tourism applications: the MUSE case study*, in D. BEARMAN, J. TRANT (eds.), *Museums and the Web 2003* (Charlotte, North Carolina 2003), *Selected Papers*, Toronto, Archives & Museum Informatics, 239-354.
- GLEUE T., DAEHNE P. 2002, *Design and Implementation of a Mobile Device for Outdoor Augmented Reality in the ARCHEOGUIDE Project*, in ARNOLDS, CHALMERS, FELLNER 2001, 161-168.
- IACOPI I., TEDONE F. 1990, *Lo "studiolo" di Augusto: ricomposizione e ripristino*, «Bollettino di Archeologia», 1-2, 143-148.
- KAPLINSKI J., *Società contemporanea e rapporto con la verità* (<http://www.cineca.it/forum/news.html#20>).
- LANIER J. 1988, *Virtual instrumentation. Interview in «Whole Earth Review»* (<http://www.well.com/user/jaron/instruments.html>).
- MCLUHAN M. 1964, *Understanding Media: The Extensions of Man*, New York, McGraw-Hill.
- MCKENZIE J. 1997, *Building a Virtual Museum Community*, in D. BEARMAN, J. TRANT (eds.), *Museums and the Web, 1997: Selected Papers, Proceedings of the International Congress* (Los Angeles, California, 1997) (<http://www.fno.org/museum/museweb.html>).
- MAIURI A. 1938, *Pompéi*, Paris, Alpina.

- MUSATTI G. 2000, *Il recupero e il restauro dello studiolo di Augusto sul Palatino*, in *De la fouille à la presentation, Colloque internationale pour la peinture murale de l'époque romaine (Veszprém 1999)*, Veszprém, MTA-VEAB, 47-57.
- PEREGO F. 1997, *Oltre le pietre le storie. Il caso dei Fori Imperiali a Roma*, in P. GALLUZZI, P.A. VALENTINO (eds.), *I formati della memoria. Beni culturali e nuove tecnologie alle soglie del terzo millennio*, Firenze, Giunti, 252-298.
- REILLY P. 1991, *Towards a Virtual Archaeology*, in K. LOCKYEAR, S. RAHTZ (eds.), CAA90: *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1990*, BAR International Series, 565, Oxford, Tempus Reparatum, 133-139.
- SALMON CINOTTI T., MALAVASI M., ROMAGNOLI E., SFORZA F., SUMMA S. 2001, *MUSE: An integrated system for mobile fruition and site management*, in BEARMAN, GARZOTTO 2001, 609-621.
- SALMON CINOTTI T., MINCOLELLI G., ROFFIA L., MALAVASI M., SFORZA F. c.s., *L'archeologia virtuale e la fruizione sui siti archeologici: il progetto MUSE (Virtual archaeology and on-site fruition: the Muse project)*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI c.s.
- SAMPAOLO V. 1999, IX 8, 3.7 *Casa del Centenario*, in *Pompei. Pitture e mosaici*, 9, 903-1104.
- SANTOPUOLI N., SECCIA L. 2002, *Rilievi ed indagini multispettrali e spettrofotometriche*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 28.
- SANTORO BIANCHI S., SANTOPUOLI N. (eds.), *Le coperture di aree e strutture archeologiche, Atti della Giornata di Studi (Bologna 2000)*, c.s.
- SANTORO S., SASSI B. 2002, *Leggere gli antichi muri: archeologia e archeometria del costruito*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI 2002a, 21-22.
- SANTORO S., SCAGLIARINI CORLÀITA D. c.s., *Tra luci ed ombre: spazi coperti e scoperti nella casa romana*, in SANTORO BIANCHI, SANTOPUOLI c.s.
- SARTORI G. 1997, *Homo Videns*, Roma-Bari, Laterza.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D. 2001-2002, *Il Progetto 'Pompei. Insula del Centenario'*, «Ocnus», 9-10, 299-304.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A. (eds.) 2000, *L'Alma Mater a Pompei. L'Insula del Centenario, Catalogo della Mostra (Bologna 2000)*, Imola, University Press.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A. (eds.) 2001, *L'Alma Mater a Pompei. Le pitture dell'Insula del Centenario, Catalogo della Mostra (Boscovale 2001)*, Imola, University Press.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A. (eds.) 2002a, *L'Alma Mater a Pompei. Il Progetto "Insula del Centenario", Catalogo della Mostra (Terni 2002)*, Imola, University Press.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A. (eds.) 2002b, *Ut natura ars. Incontro sulla Virtual Reality applicata all'archeologia (Bologna 2002). Preatti della Giornata di Studi*, Bologna (www.cineca.it/ut_natura_ars).
- SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI (eds.) c.s., *Ut natura ars. Incontro sulla Virtual Reality applicata all'archeologia (Bologna 2002). Atti della Giornata di Studi*, c.s.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A. 2003, *La Casa del Centenario (IX 8, 3.6.a)*, in A. D'AMBROSIO, P.G. GUZZO, M. MASTROROBERTO (eds.), *Storie da un'eruzione. Pompei Ercolano Oplontis, Catalogo della Mostra (Napoli 2003)*, Milano, Electa, 283-291.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., CORALINI A., VECCHIETTI E., SALMON CINOTTI T., ROFFIA L., GALASSO S., MALAVASI M., PIGOZZI M., ROMAGNOLI E., SFORZA F. 2001, *Exciting understanding in Pompeii through on-site parallel interaction with dual time virtual models*, in ARNOLDS, CHALMERS, FELLNER 2001, 83-90.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., SANTORO S. 2001, *Il Progetto Pompei – Insula del Centenario*, in P.G. GUZZO (ed.), *Pompei Scienza e Società, Atti del Convegno (Napoli 1998)*, Milano, Electa, 184, 193-194.
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., SANTORO S., CORALINI A., CUSTODI A., SCIORTINO L. 2003, *Pompei, Insula del Centenario (IX 8). Linee guida per il progetto di restauro, I; Linee guida per gli interventi di restauro murario e strutturale, II* (elaborati presentati alla Soprintendenza Archeologica di Pompei).

- SHANNON C.E. 1948, *A mathematical theory of communication*, «Bell Sistem Technical Journal», 27, 379-423, 623-656.
- SOLMI S., VECCHIETTI E. 2001-2002, *Dalla fotogrammetria digitale alla restituzione virtuale: due esempi di applicazione sul campo*, «Ocnus», 9-10, 185-204.
- STINSON PH. c.s., *Technical and methodological problems in digital reconstructions of archaeological sites: The studiolo in the House of Augustus and cubiculum 16 in the Villa of the Mysteries*, in SCAGLIARINI CORLÀITA, CORALINI c.s.
- STROTHOTTE T. 1988, *Computational Visualization: Graphics, Abstraction, and Interactivity*, Berlino, Springer-Verlag.
- VALACCHI F. 2001, *Fonti archivistiche, risorse digitali e digitalizzazione*, in F. VALACCHI, S. VITALI, A. ZORZI (eds.), *Fonti digitalizzate. Problemi, metodi, esegesi. II Workshop su archivi, ricerca storica e mutamento digitale (Firenze 2001)* (http://www.storia.unifi.it/_storinforma/Ws/archivi2/ws-archivi2-prog.htm).
- VECCHIETTI E., ZANFINI M. c.s., *Fotogrammetria e Virtual Reality: la Casa del Centenario (IX 8, 6) a Pompei*, in *Atti AISCOM IX (Aosta 2003)*.
- VINCE J. 1995, *Virtual Reality System*, Wokingham, Addison-Wesley.

ABSTRACT

The “*domus* del Centenario”, one of the largest houses in Pompei, is the focus of a far-reaching project of study and valorisation, based on an agreement between the Soprintendenza Archeologica of Pompei and the University of Bologna (Department of Archaeology), aimed at experimenting with the use of a virtual reconstructive model to better contribute to both research and instructional aspects. An approach to build virtual environments for education in archaeology is described, in which many actors are involved. The required equipment, the professional skills and the related job planning issues are discussed. Virtual Archaeology products may be directed to many channels. Virtual sets, where real actors play in virtual reconstructions, offer new education opportunities to a large audience. PDA based interactivity enhances user-centric communication.

The purpose of this paper is also to discuss a user-centric multichannel system, providing access to Virtual Archaeology based contents, both on-site and off-site; while the information base is shared, the interface devices are channel-specific and are calibrated to the fruition context. The system is called MUSE and it is developed by a private company (DUCATI SISTEMI S.p.A.). The key system component is Whyre®, an interactive and mobile device, designed to act as a personal virtual guide and to provide knowledge through words and images, on-site. Whyre® technology is hidden behind its interface and shape: it carries inside a tiny PC-like computer equipped with a 3D graphics accelerator and augmented with location detection sensors. It is wireless connected to a site server and it is context-aware, so that only location and context relevant contents are submitted to the visitor attention. The display size is 6.4 inches and its resolution is 640x480 pixels. Several types of Virtual Archaeology based contents may be displayed. The paper reviews the Whyre® architecture as well as the content production framework for the entire multichannel system. Eventually a visit experience with Whyre® in Pompei, from Porta Marina to the “*domus* del Centenario”, is described, and the impact of delivering location-specific contents originated by virtual archaeological reconstructions is discussed.